PEQUEÑA ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE CONSTRUCCIÓN
PUBLICADA BAJO LA DIRECCIÓN DE
L.-A. BARRÉ *, O. I.
Ingeniero de artes y manufacturas, profesor de la Asociación politécnica.

N.º 4.

CARPINTERÍA DE ARMAR

TRADUCIDO Y ANOTADO

POR

D. LUIS GAZTELU
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

ILUSTRADO CON GRABADOS

SEGUNDA TIRADA

MADRID
LIBRERÍA EDITORIAL
DE BAILLY-BAILLIERE E HIJOS
Plaza de Santa Ana, núm. 10.
1899

ÍNDICE

Tetuán de Chamartín.—Imp. de Bailly-Baillière é Hijos.

CARPINTERÍA DE ARMAR

PROPIEDADES GENERALES DE LAS MADERAS

Diversas clases de maderas de construcción.—El hombre ha utilizado la madera en la construcción desde tiempo inmemorial. Todas las maderas son más duras y compactas en la base del tronco del árbol que en la parte superior, y más resistentes en el corazón que cerca de la corteza. En los árboles próximos á perecer, el corazón es más blando que la periferia.

La mejor madera de construcción es el roble; es la más pesada y la más dura; la que mejor resiste á las alternativas de sequedad y humedad, y la que se conserva más tiempo enterrada y debajo del agua.

El pino se destruye mucho más pronto.

El roble puede emplearse verde en el agua, mas para usarlo al aire debe haber sido apeado con algunos años de anticipación. Debe evitarse su empleo en piezas que lleven ensamblajes antes de que se halle perfectamente curado.

El roble *quercus* es el más conveniente para vigas; su color es rojo oscuro tirando á amarillo. Los robles *robur*, *cerrus* y *aegilops* se emplean también en la construcción.

El haya no debe emplearse en la carpintería de armar más que á falta de otra clase de madera.

El cuadro siguiente, extractado del *Carnet du Conducteur de travaux* de G. Vinot, da á conocer las propiedades y las aplicaciones de algunas maderas.

Roble: 645 á 1.220 kilogramos por metro cúbico. . .	Pedunculado ó roble blanco . . .	Casi blanco, adquiere un color rosado al envejecerse en el agua. Fibras rectas, elásticas y resistentes. . .	Carpintería de armar y de taller.
	Roble de Borgoña	Más oscuro que el anterior. Fibra menos elástica y menos resistente que la del roble pedunculado . . .	Idem.
	Rebollo ó melojo..	Oscuro, duro; fibras torcidas y entrelazadas, con más defectos que el anterior..	Idem.
	Roble de los Vosgos.	Resiste menos á las alternativas de sequía y humedad. Fibras menos duras y menos resistentes..	Apreciado para carpintería de taller.
	Encina.	Pardo claro, muy duro, albura blanca. Se conserva en el agua y al aire. Crece con lentitud. Se alabea mucho al aire. Fibras torcidas.	Poleas. Dientes de engranajes. Produce un rozamiento moderado.
Fresno: 785 kilogramos por metro cúbico..		Se hiende menos que el roble, pero es más blando. Capas alternativamente duras y blandas. Es atacado por los gusanos. Fibras resistentes, flexibles y muy rectas..	Carretería, astiles de herramientas.
Olmo: 745 á 945 kilogramos por metro cúbico.	Ordinario..	Rojizo. Capas alternativamente duras y blandas. Es atacado por los gusanos. Fibras intermedias entre el roble y el fresno.	Carretería, ruedas.
	De fibras torcidas.	Madera perfecta, dura, roja. Albura de color amarillo claro, más dura que la madera perfecta. Fibras torcidas.	Carretería. Apreciado para piezas que deban ser agujereadas.
Castaño: 685 kilogramos por metro cúbico..		Análogo al roble, más blando y flexible. Se distingue del roble por la ausencia de radios medulares. Sin espejuelos. Atacable por los gusanos; se conserva en seco. Fibras más flexibles que las del roble.	Listones, rodrigones, duelas, astiles y aros de toneles.
Nogal: 600 á 745 kilogramos por metro cúbico.		Grano fino, gris oscuro; se oscurece con la humedad. Se corta bien en cualquier dirección. Fibras muy finas y resistentes, más oscuras en el corazón.	Ebanistería, modelos, paneles de carruajes, escultura.
Haya: 715 á 885 kilogramos por metro cúbico.		Pardo claro, con vetas brillantes más claras que la madera. Se conserva bastante bien debajo del agua; es atacable por los gusanos al aire; se endurece calentándola con fuego de virutas. Se corta bien, dura poco.	Carpintería de taller, ebanistería, medidas de capacidad. Se puede tornear.

La mayor parte de las maderas del centro de Europa, después de desecadas al aire, tienen una densidad comprendida entre 0,6 y 0,8.

La madera, cuando permanece constantemente sumergida en el agua, se endurece, pero nada la perjudica tanto como las alternativas de sequía y humedad.

Para evitar el agusanamiento, se deben descortezar los árboles antes de apearlos y emplear exclusivamente el corazón. La madera de cualquier clase que sea, desecada á una temperatura de 100 á 125 grados, rara vez es atacada por los gusanos.

Las maderas verdes encierran de 37 á 48 por 100 de agua; esta cantidad puede reducirse á la mitad al cabo de un año de haber sido cortadas.

La madera francesa ó madera del país (roble del Bourbonnais, gris pálido) no debe emplearse más que en obras groseras. Debe proscribirse en los paneles, porque se henderían ó se alabearían.

El *roble* de Champagne (amarillento), más blando y menos nudoso, puede ser utilizado para paneles cuando está bien seco; aserrado y después de una exposición bastante prolongada al aire, se puede usar para entarimados y enlistonados.

El roble blando de Lorena y de los Vosgos, casi exento de nudos y agallas, es amarillo claro con manchas rojas; se emplea para paneles y obras de escultura, pero nunca en piezas de ensamblajes, por ser impropio para este uso.

El roble de Fontainebleau es excelente para ensamblajes y molduras, pero expuesto á agusanarse.

El mejor roble es el del Norte (Rusia); es duro, sin nudos ni grietas, de color amarillo tirando á gris, adecuado para ensamblajes y para paneles.

El *pino* de Auvernia y de los Vosgos es de poca duración, expuesto á ser atacado por los gusanos; no se emplea más que para obras ligeras, como tabiques y puertas pequeñas. Se le preserva pintándolo al óleo. Los pinos rojos de Riga son excelentes para la carpintería de taller.

El pino del Norte (Suecia, Noruega y Rusia), ó pino rojo, es casi tan resistente como el roble y su color es más hermoso. Se emplea sin pintura, dándole un baño de aceite ó de barniz. Pesa menos que el roble. Su duración es considerable. Se emplea para pisos y armaduras. Se conserva debajo del agua cuando tiene resina. No se le debe exponer á variaciones violentas de sequedad y humedad. La densidad del pino oscila entre 0,464 y 0,753, es decir, que es muy variable.

El *álamo blanco* ó *chopo* de Holanda (*ypréau*) sirve para obras de ebanistería, de muy buen aspecto y de mucha duración si están al abrigo de la humedad. Su densidad es de 0,514 á 0,528.

El álamo de Italia no es tan bueno.

El *temblón* ó *chopo temblón* es una variedad del álamo blanco; su madera es blanda.

El *nogal* es una de las mejores maderas de Europa; se emplea para frisos y muebles. Se combina con el pino del Norte para paneles de puertas, con un simple baño de aceite ó de barniz.

El *castaño*, propio para la carpintería de taller, es menos resistente que el roble; sumergido en el agua se endurece mucho y dura indefinidamente, pero al aire se envejece rápidamente y es atacado por los gusanos. Su densidad es 0,652.

El *carpe* ú *ojaranzo* es de color blanco agrisado que tira á amarillo; es muy compacto, muy duro y bueno para disminuir los rozamientos; es conveniente para deslizaderas; su peso específico es de 0,752.

El *aliso* se emplea sobre todo para pilotajes; su densidad es 0,608.

El *tilo* es una buena madera blanda, de color blanco, que se corta bien; conviene para ciertas obras de carpintería de taller, y su densidad es 0,687.

El *abedul* es blando, de color blanco rojizo; puede dar piezas de carpintería gruesa, pero su aplicación más adecuada es la carretería; su densidad es 0,688.

El *plátano* resiste bien debajo del agua, pero los gusanos le atacan en el aire; pesa de 538 á 700 kilogramos por metro cúbico, según las variedades.

El *pitchpin*, originario de América, se usa principalmente para entarimados; su peso específico es 0,600 próximamente y contiene mucha resina, con anchas vetas oscuras.

El *alerce*, madera resinosa, resiste bien y se trabaja con facilidad; su densidad es de 0,543.

El *olmo* es poco usado por que se alabea; se utiliza para piezas curvas.

Se emplea en la carpintería de taller el *pino de barcos*, que proviene de barcos viejos. Se utiliza para tablones y cabios de $0^m,088$ de tabla por $0^m,054$ á $0^m,067$ de canto (1).

Para la *resistencia de las maderas*, véase nuestro tomo II y más adelante (pág. 66).

La resistencia de una pieza de madera es proporcional á su densidad.

Las *piezas rollizas* son las que se venden con su corteza.

Las *piezas escuadradas* están desprovistas de la corteza y de parte de la *albura* (capa exterior blanda); se hallan *escuadradas*, es decir, labradas con ángulos rectos. Los trozos de madera que quedan sobrantes al escuadrarlas con la sierra, los cuales tienen una cara plana y otra cilíndrica convexa, se llaman *costeros* (fig. 1, *a a a a*). Para sa-

Fig. 1.

(1) En España, la madera más usada en la construcción es el pino, que abunda en la Península, siendo numerosas las variedades susceptibles de aprovechamiento para la carpintería de armar. En Madrid se emplean principalmente el pino de Cuenca, el de Balsain y el llamado de la tierra. Se prefiere el de Cuenca para piezas resistentes y de duración, el de Soria para tablones y el de Balsain para carpintería de taller.

El roble es indudablemente la mejor madera de construcción; pero aunque existen en nuestro país numerosas variedades aprovechables, repartidas entre las diversas regiones, su uso en la carpintería de armar es bastante limitado á causa de su excesivo coste, salvo en algunas localidades apartadas de los ferrocarriles y en las cuales abunda esta clase de madera.

(N. del T.)

car de un tronco de árbol una viga de sección cuadrada basta suprimir los cuatro costeros.

A falta de árboles bastante gruesos, ó por razón de economía, se emplean piezas de madera sin aristas vivas, que conservan en sus extremos una parte de la curvatura natural del tronco.

Posición de las piezas en las construcciones.—En los árboles que crecen aislados y sin abrigo, el corazón se apro-

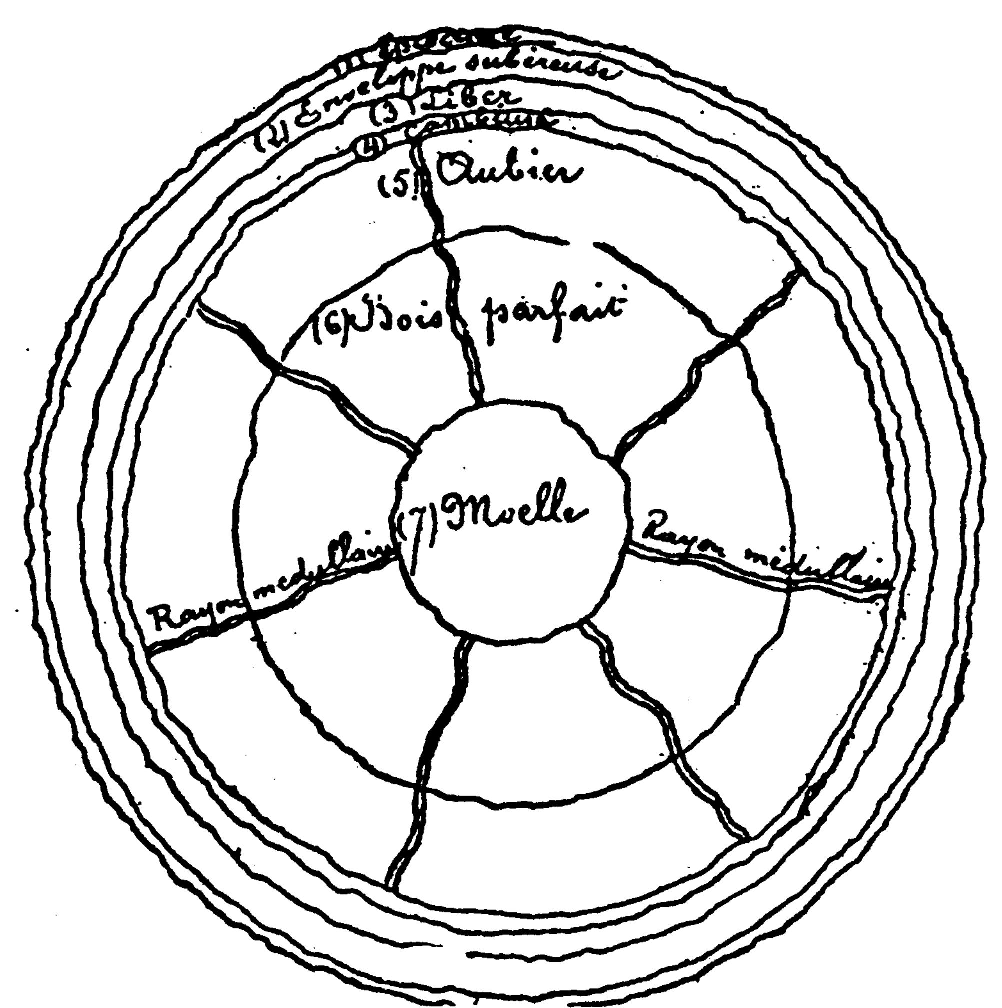


Fig. 2.—Corte de un roble.

Explicación: *Epiderme*, epidermis.—*Enveloppe subéreuse*, envolvente suberosa.—*Liber*, líber.—*Cambium*, cambium.—*Aubier*, albura ó falsa madera.—*Bois parfait*, madera perfecta, corazón ó duramen.—*Moelle*, médula.—*Rayon médullaire*, radio medular.

xima al lado del Norte y la madera es menos compacta en el lado expuesto al Sur. Esta desigualdad en la calidad de la madera ocasiona deformaciones al verificarse la desecación. Para combatir este alabeo se deben colocar las piezas de madera horizontales

con la cara Norte del árbol hacia arriba, á fin de que la curvatura oponga mayor resistencia al peso que carga sobre la pieza.

Las piezas verticales se deben colocar con la cara Norte mirando á la dirección de donde provienen los empujes.

En los entramados exteriores se deben colocar las piezas escuadradas de modo que el corazón de la madera, en los cornijales ó pies derechos de ángulo, se encuentre en el interior. Los postes de relleno se colocan de modo que se produzca la curvatura según la longitud del entramado.

En los postes aislados, el corazón debe colocarse en el centro.

Las tablas y los tablones se pueden deformar por la humedad y por el viento. Una tabla cuyo corazón esté vuelto hacia abajo se alabeará al aire; si está hacia arriba se hiende la cara inferior y se alabea. Se deben, pues, preferir las tablas que tengan el corazón en una cara á las que lo tienen en el centro; conviene colocarlas alternadas.

La madera de *raja* es la que se obtiene con el hacha en el bosque; sirve para listones, duelas de toneles, etc.

La madera de *sierra* es la cortada á sierra después de escuadrada; es la más empleada en la industria.

La figura 2 muestra el corte de un roble.

El crecimiento se realiza por el cámbium, que produce anualmente una capa de albura y otra de líber. Una capa interior de albura se convierte en madera perfecta y el líber aumenta de diámetro agrietándose. Las diferentes capas constituyen los círculos anuales, que sirven para determinar la edad de los árboles.

Defectos de las maderas.—Los defectos principales de las maderas son: la doble albura, los nudos, las acebolladuras ó colañas, la heladura ó madera pasmada, las grietas ó fendas, el corazón abierto, las fibras torcidas, la carcoma, las úlceras, los chancros y la caries.

Las *acebolladuras ó colañas* consisten en un hueco entre la corteza y el leño, producido por el viento, la helada ó la escarcha, que han ocasionado la caída de la corteza el año anterior.

La *heladura*, producida por la helada, es una grieta que parte del corazón y no llega á la circunferencia.

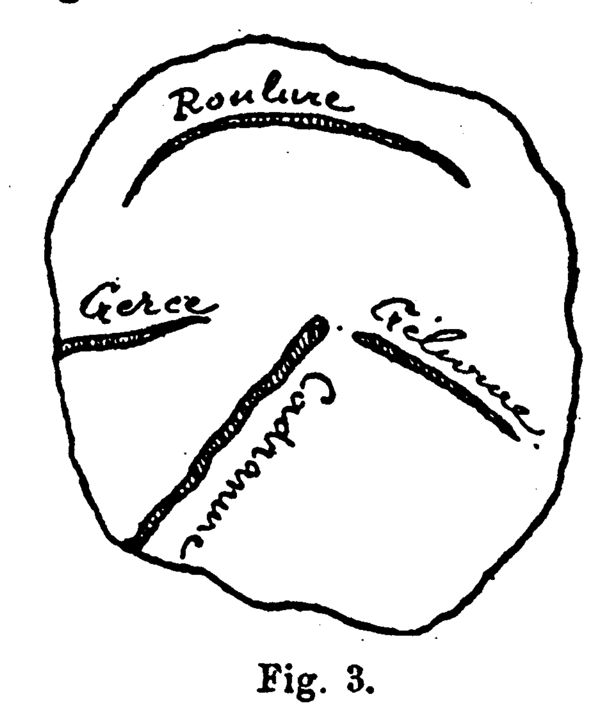


Fig. 3.

Explicación: *Roulure*, acebolladura ó colaña.—*Gerce*, grieta ó fenda.—*Gélivure*, heladura ó madera pasmada.—*Cadranure*, corazón abierto.

La *grieta ó fenda* es producida por la desecación y tiene su origen en la circunferencia.

El *corazón abierto* es la reunión de una heladura y de una fenda.

Calidad de las maderas.—Los indicios de la buena calidad de las maderas son: el crecimiento recto y la sección circular, la carencia de nudos, la dureza, el color claro, el olor agradable de las virutas humedecidas, el sonido claro y la flexibilidad de las virutas.

Conservación de maderas.—El apeo de los árboles debe llevarse á cabo en invierno (del 15 de noviembre al 15 de diciembre), porque entonces la savia no circula y no puede podrirse la

madera. El objeto que se persigue es la extracción de la savia. Es ventajoso descortezar en mayo los árboles que se han de utilizar para carpintería de armar y se han de apear en el otoño.

Para conservar las maderas se recurre á los siguientes medios preventivos:

La *desecación*, que puede ser natural ó artificial. La desecación natural consiste en proteger la madera contra el sol y contra la lluvia y en dejarla que se seque así, circulando libremente el aire á su al rededor durante dos años para las piezas que se han de emplear en carpintería de armar y cuatro si se destinan á la carpintería de taller.

La desecación artificial se lleva á cabo sometiendo á la acción del calor las piezas de madera en una estufa. Se colocan en estufas ó cámaras expuestas á corrientes de aire caliente que privan á la madera de todos los elementos capaces de evaporarse. La temperatura necesaria es de 4° para el roble, de 30 á 40° para los árboles de mucha hoja y 80 á 95° para las coníferas. Mr. Freret deseca las maderas haciendo circular humo por una estufa.

Enlucidos.—Se emplean, para enlucir las maderas, pinturas ó alquitranes, ó se cubre su superficie con clavos, para preservarlas de los ataques del teredo.

La *flotación* consiste en reemplazar la savia por agua, dejando la pieza de madera sumergida en el agua durante un tiempo suficiente. Este medio se emplea sólo para las maderas duras y las resinosas; las maderas blandas y las blancas se pudren demasiado pronto. La madera flotada se conserva mejor y se alabea menos que la desecada por los otros procedimientos, pero tiene menos cohesión.

Las maderas conservadas en agua de mar son impropias para las construcciones civiles, porque, á causa de la presencia de la sal en sus poros, se hacen higrométricas.

Las maderas flotadas deben permanecer durante tres meses en agua estancada, ó dos meses en agua corriente, ó diez días en

agua de condensación de las máquinas de vapor á 40° centígrados.

La *carbonización superficial*, usada en la marina, consiste en aplicar á la madera la llama de un soplete de gas. El calor aumenta la dureza de la madera, produce una especie de creosota en las capas profundas, destruye los fermentos y hace las veces de un enlucido.

El empleo de *antisépticos* consiste en sustituir la savia por una sustancia antiséptica, tal como una sal de cobre ó de hierro, la creosota, el sublimado corrosivo ó bicloruro de mercurio, el cloruro de zinc, etc.

Se puede también embeber la madera, descortezada y aserrada algunos días antes, de lechada de cal.

El roble no se somete á ninguna preparación. La sal metálica se puede introducir en la madera antes ó después del apeo, pero generalmente la operación se efectúa á presión con las maderas cortadas en su forma definitiva.

La inyección de sulfato de cobre (procedimiento Boucherie) se lleva á cabo con una solución de una parte de sal en 50 partes de agua, que se inyecta en la madera á una presión de 8 á 10 atmósferas.

Para la inyección de cloruro de zinc, la solución es de 1 de sal por 24 de agua; las maderas permanecen durante un plazo de 1 á 2 horas en vapor de agua, en el vacío durante 1 á 2 $^1/_2$ horas, y 1 ó 2 horas en el cloruro de zinc á una presión de 8 atmósferas.

Para el baño de protocloruro de mercurio se emplea una solución de 1 de sublimado corrosivo por 50 de agua; las maderas permanecen en él ocho ó diez días.

En fin, se emplea la *creosota*, que hierve á 235 grados y penetra sin residuos de grasa en las maderas secas, bajo una presión de 8 atmósferas durante dos horas.

Se vende con el nombre de *carbonilo* un aceite para enlucir

las maderas, con objeto de conservarlas y de preservarlas contra la humedad y la pudrición; el carbonilo endurece las maderas.

Se ha recomendado el siguiente procedimiento como eficaz para hacer imputrescibles las maderas expuestas á la intemperie: Se trata del *carbolineum*, compuesto de fenol, de cresol y de varios otros hidrocarburos, que le comunican propiedades hidrófugas y antisépticas. Este producto penetra rápidamente en el tejido leñoso, y su poder antiséptico se ejerce lo mismo en el interior que en el exterior. Es muy limpio y no da olor desagradable.

Un kilogramo de brea cubre de 2 á 3 metros superficiales, mientras que el mismo peso de *carbolineum* basta para enlucir de 4 á 6 metros cuadrados. El enlucido de brea dura dos años; el de *carbolineum*, cerca de quince.

Este producto es, en suma, un excelente preservativo contra la pudrición interior y exterior de las maderas, que se aplica ventajosamente en la industria, la construcción y la agricultura, contra los hongos y otros parásitos; contra los gusanos, los roedores y otros animales perjudiciales, y para combatir las epizootias en las cuadras, establos y gallineros.

Aserramiento de las maderas.—Una pieza de madera que contiene el corazón de un árbol está más expuesta á henderse que otra pieza que no lo contenga. Cuando se hiende una pieza de madera, al desecarse, las fendas se producen siempre según los espejuelos. Los espejuelos están en los planos que pasan por los radios medulares; son más porosos y más higrométricos que el resto de la madera.

Los tablones perpendiculares á los radios medulares están más expuestos á alabearse.

Un tablón cortado como se representa en la figura 4 toma la curvatura indicada de puntos.

Es preferible sacar á ambos lados del centro dos tablones (figura 5), que no sufrirán fatiga, y aserrar luego los demás en sen-

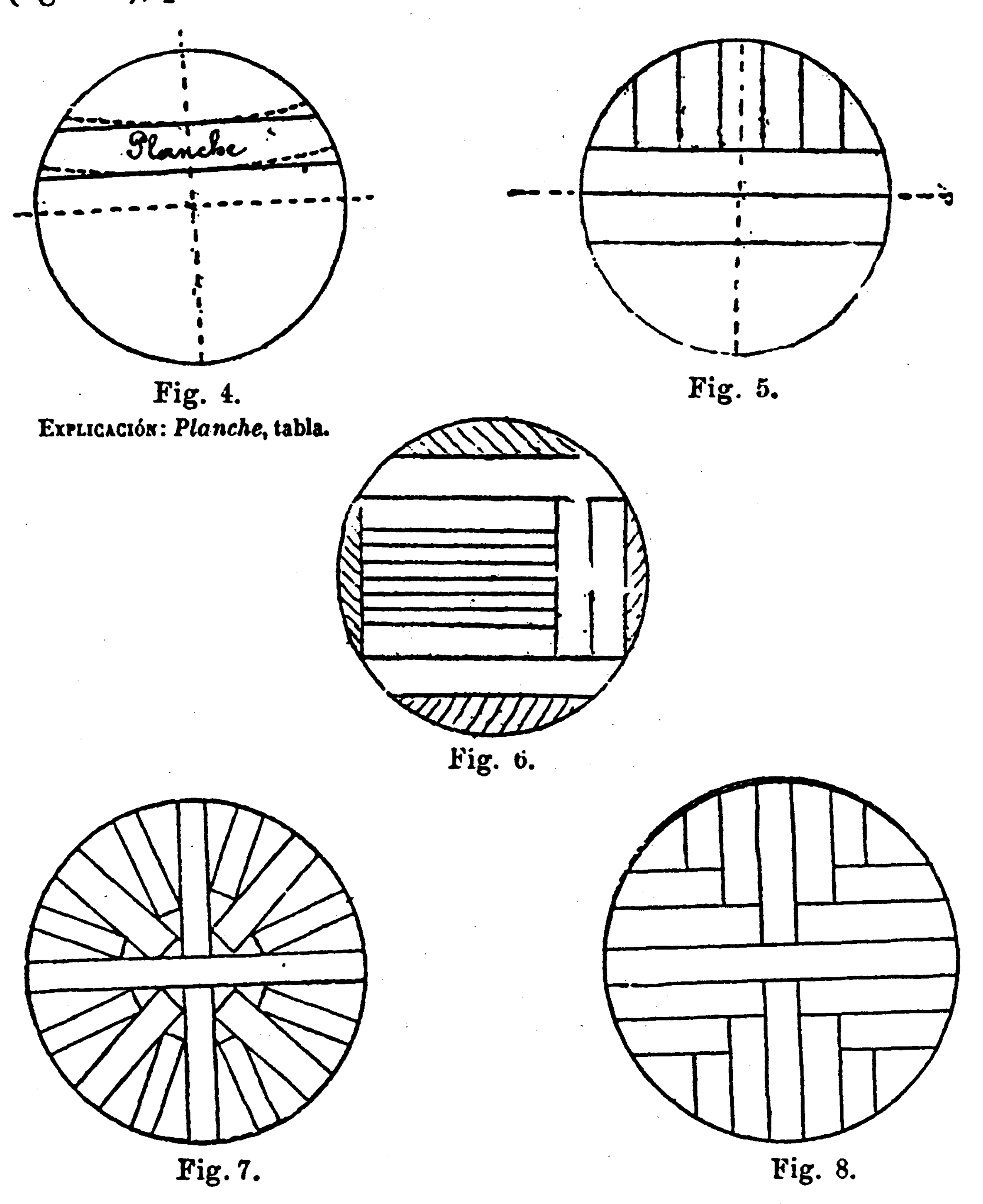


Fig. 4.
Explicación: *Planche*, tabla.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

tido perpendicular. Estos últimos tenderán á alabearse por el canto y no según la mayor dimensión del tablón.

La distribución de la figura 6 conduce á un buen aprovechamiento del material. Las figuras 7 y 8 indican otros métodos.

Encorvamiento de las maderas.—Para encorvar las maderas se aprovecha la propiedad de que gozan de reblandecerse bajo la influencia del calor ó del vapor de agua. Se utiliza la estufa para las piezas de gran escuadría.

Endurecimiento de las maderas.—Se embeben de aceite ó de grasa las maderas y se exponen á un calor moderado.

Productos ignífugos.—Para hacer la madera incombustible se la hace hervir en una solución de alumbre ó de vitriolo verde.

Las maderas impregnadas de orinas se consumen muy lentamente.

Se hace uso de los silicatos de potasa ó de sosa (vidrio soluble) para enlucir las maderas con una brocha. Se dan tres baños, de los cuales el intermedio se reduce á una simple lechada de cal, ó con mezcla de una de las sustancias siguientes: creta, arcilla, ocre, ladrillo, vidrio, cuarzo, arena, etc.

Madera artificial de construcción con base de tierra cocida.—Se compone de serrín de madera resinosa, de kaolín y de agua. Se hace una papilla que se comprime por medio de émbolos y se lleva á la estufa. Enfriando la materia lentamente, se obtienen bloques muy resistentes y susceptibles de ser trabajados. Su peso es pequeño y son incombustibles. En América se construyen casas con este material.

Madera de paja.—Los americanos la fabrican con hojas de cartón fuerte unidas por un cemento impermeable al agua, moldeándolas después en forma de tablas.

Herramientas para trabajar la madera.—La madera se trabaja con la sierra, el hacha, el formón y el escoplo, pudiendo estos dos últimos hallarse reunidos en un mismo instrumento (fig. 9), que es una fuerte barra metálica terminada por un extremo en forma de escoplo y por el otro de cincel; se maneja por medio de un mango colocado á la mitad de la barra, y su peso le

permite penetrar fácilmente en la madera; se utiliza principalmente para labrar cajas ([1]). Se emplean también la azuela, la gubia (fig 10), el berbiquí (fig 11), el escoplo (fig. 12), y como instrumentos de medida, la escuadra, la falsa escuadra y el gramil ó bramil (fig. 13), el cual sirve para comprobar si el ancho de una tabla ó tablón es uniforme en toda su longitud ([2]). En el *gramil*, la regla R puede introducirse más ó menos en el taco L y ser fijada por el rozamiento que ejerce contra una de sus caras la cuña C, que tiene forma trapecial.

El *gato* ó *cárcel* (fig. 14) se emplea para sujetar las piezas de pequeñas dimensiones, colocándolas entre el tope T y el taco móvil M. Los herrajes se fijan en las muescas de la pieza.

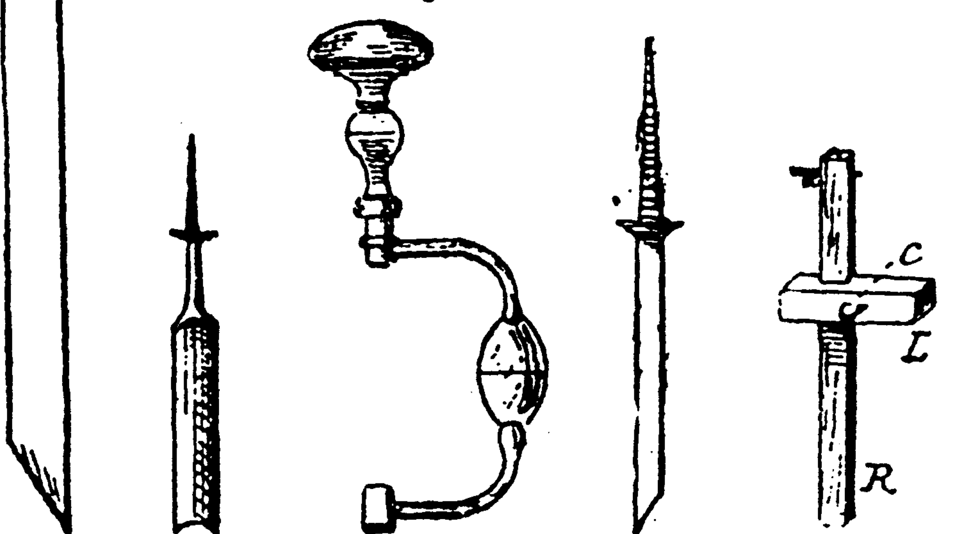


Fig. 9. Fig. 10. Gubia. Fig. 11. Berbiquí. Fig. 12. Escoplo. Fig. 13. Bramil ó gramil. Fig. 14. Gato ó cárcel.

([1]) El instrumento que representa la figura 9, llamado en francés *bisaigüe*, es muy poco usado en España y quizás desconocido por completo.

([2]) Le llaman *bramil* generalmente los carpinteros. Pero según la opinión autorizadísima en esta materia de D. Eduardo Saavedra, ingeniero, arquitecto y miembro de la Real Academia española, el verdadero nombre de este instrumento es *gramil*, aunque de ambos modos figura en el *Diccionario de la Academia*. *(N. del T.)*

Dimensiones de las maderas escuadradas del comercio.

Marco de maderas de Cuenca ó marco castellano.

NOMBRES		DIMENSIONES USUALES EN MEDIDAS ANTIGUAS			DIMENSIONES USUALES EN MEDIDAS MÉTRICAS		
		Largo en pies.	Tabla ó ancho en dedos.	Canto ó grueso en dedos.	Largo. — *Metros.*	Tabla. — *Metros.*	Canto. — *Metros.*
Grandes piezas....	Medias varas.....	30	24	20	8,359	0,418	0,349
	Pie y cuarto.....	30	20	16	8,359	0,349	0,279
	Tercias........	30	16	12	8,359	0,279	0,209
	Cuartas.......	30	12	9	8,359	0,209	0,157
Maderaje...	Viguetas.......	22	11	8	6,130	0,192	0,139
	Medias viguetas. .	12	11	8	3,344	0,192	0,139
	Dobleros de 18...	18	10	8	5,015	0,174	0,139
	Idem de 16	16	8	6	4,459	0,139	0,104
	Idem de 14.....	14	7	5	3,901	0,122	0,087
Tablas alcaceñas...........		9	24	3	2,508	0,418	0,052
Idem portaleñas............		9	20	2 ½	2,508	0,349	0,044
Idem chillas..............		7 ½	16	2	2,090	0,279	0,035
Idem ripias.............		6 ¼	12	1 ½	1,742	0,209	0,026

Marco de Guadarrama.

NOMBRES (Madera de pino).	DIMENSIONES USUALES EN MEDIDAS ANTIGUAS			DIMENSIONES USUALES EN MEDIDAS MÉTRICAS		
	Largo en pies.	Tabla en dedos.	Canto en dedos.	Largo. — *Metros.*	Tabla. — *Metros.*	Canto. — *Metros.*
Madera de hilo.						
Media vara doble.	12 á 30	33	24	3,34 á 8,37	0,575	0,418
Idem sencilla	12 á 30	24	16	3,34 á 8,37	0,418	0,279
Pie y cuarto doble.	12 á 30	29	20	3 34 á 8,37	0,505	0,348
Idem sencillo.	12 á 30	20	14	3,34 á 8,37	0,348	0,244
Tercia.	12 á 30	16	12	3,34 á 8,37	0,279	0,209
Sesma.	25 ó más.	13	9	6,97	0,226	0,157
Vigueta	22	13	9	6,13	0,226	0,157
Media vigueta.	12	13	9	3,34	0,226	0,157
Madero de á 6.	18	10	8	5,02	0,174	0,139
Idem de á 8.	16	8 y 9	6	4,46	0,139 y 0,157	0,104

Idem de á 10..	14	7 y 8	5	3,90	0,121 y 0,139	0,087
Machón.	6 á 15	24 ó más.	24 ó más.	1,67 á 4,18	0,418 ó más.	0,418 ó más
Troza de tercia de á 9.	9	16	12	2,51	0,279	0,209
Idem ripia de á 7	7	16	12	1,95	0,279	0,209
Idem ripia de á 7.	7	12	12	1,95	0,209	0,209
Madera de sierra.						
Alfarjía.	El del machón ó troza.	8	6	»	0,139	0,104
Media alfarjía	Id.	6	4	»	0,104	0,070
Terciado..	Id.	6	3	»	0,104	0,052
Portada.	9 ó más.	24	3	2,51 ó más	0,418	0,052
Portadilla.	Id.	20	3	Id.	0,348	0,052
Tabla de gordo	7 á 9	16	2	1.95 á 2,51	0,279	0,035
Idem de pulgada	7 á 12	16	1,5	1 95 á 3,34	0,279	0,026
Camera..	7	14	1,5	1,95	0,244	0,026
Tableta	7 á 9	16	1	1,95 á 2,51	0.279	0,017
Hoja.	7 á 9	16	0,75	1,95 á 2,51	0,279	0,013
Ripia	7 á 12	12	0,75	1,95 á 3,34	0,209	0,013

Precios de las maderas al pie de obra en Madrid.

MADERA DE HILO	PROCEDENCIA	Largo. — *Metros.*	Tabla. — *Metros.*	Canto. — *Metros.*	Unidad de medida.	Precio. — *Pesetas.*	Encuarte. — *Pesetas.*
Media vara.	De Cuenca.	7,00	0,414	0,276	Metros.	9,63	1,50
	De Balsain.					9,73	0,50
	De la tierra					5,75	»
Pie y cuarto.	De Cuenca.	7,00	0,345	0,241	Id.	7	3
	De Balsain..					7	0,38
	De la tierra.					4,50	»
Tercia. , ...	De Cuenca	7,00	0,276	0,207	Id.	5,25	0,50
	De Balsain.					4,50	0,25
	De la tierra.					4,25	»
Sesma	De Cuenca.	7,00	0,207	0,149	Id.	2,63	0,50
	De Balsain.					2,50	0,13
	De la tierra.					1,95	»
Viguela.	De Cuenca.	6,14	0,207	0,149	Pieza.	13	»
	De Balsain.					10	»
	De la tierra..					9	»

Media vigueta.....	De Cuenca........	3,14	0,207	0,149	Id.	5,75	»
	De Balsain........					5,50	»
	De la tierra........					4,50	»
Maderos de á 6....	De Cuenca........	5,00	0,184	0,115	Id.	6,50	»
	De Balsain........					5,75	»
	De la tierra........					5,50	»
Medios maderos....	De Cuenca........	2,80	0,184	0,115	Id.	3,25	»
	De Balsain........					3	»
	De la tierra........					2,75	»
Maderos de á 8....	De Cuenca........	4,50	0,149	0,092	Id.	4,75	»
	De Balsain........					4,50	»
	De la tierra........					4,25	»
Maderos de á 10....	De Cuenca........	4,00	0,115	0,080	Id.	3,75	»
	De Balsain........					3,50	»
	De la tierra........					3,25	»

Los precios marcados para las clases de madera media vara, pie y cuarto y tercia, son en el supuesto de que no excedan de la longitud de 7 metros y en la sesma de $8^{m},35$. Por cada $1^{m},40$ de exceso en la longitud aumenta el precio por razón de encuarte.

MADERA DE SIERRA		Largo.	Tabla.	Canto.	Unidad de medida.	Precio. — *Pesetas.*
Alfarjía........	de á 9...............	2,51	0,14	0,092	Pieza	2,25
	de á 10..............	2.80				2,50
	de á 12..............	3,34				3
Media........	de á 9...............	2,51	0,092	0,070	Id.	2,88
	de á 10..............	2,80				3,20
	de á 12..............	3,34				3,94
	de á 14..............	3,90				4,48
Terciado.......	de á 7...............	2	0,092	0,045	Id.	1,20
	de á 9...............	2,51				1,50
	de á 10..............	2,80				1,64
	de á 12..............	3,34				2
	de á 14..............	3,90				2,25
Portada de 14 pies....................		4	0,42	0,035	Id.	17,50
Portadilla de íd íd....................		4	0,42	0,040	Id.	14
Tabla........	de á gordo de á 7........	2	0,28	0,030	Id.	3,50
	de á 9...............	2.51		0,035	Id.	4,50
	de á pulgada de á 7.....	2		0,035	Id.	2,50
	de á gordo de á 9	2,51		0,025	Id.	3 50
Tableta........	de á 7...............	2	0,24	0,018	Id.	1,75
	de á 9...............	2,51		0,018	Id.	2,25
Tabla........	de hoja de á 7.........	2	0,28	0,012	Id	1,50
	de íd. de á 9..........	2,51		0,012	Id.	2
	de chilla de á 7........	2		0,010	Id.	1,36
	de á 9...............	2,51		0,010	Id.	0,95
	de ripia..............	2	0,19	0,012	Id.	0,45

			Número de piezas.	OBSERVACIONES
Docenas de	Alfarjías	de á 9	12	Son piezas cuadradas las dos terceras partes y el resto cuchillos. Se consideran cuadradas las que tienen tres lados de sierra y cuchillos cuando sólo tienen dos.
		de á 10	11	
		de á 12	9	
	Medias	de á 9	12	
		de á 10	11	
		de á 12	9	
	Terciados	de á 7	15	
		de á 9	12	
		de á 10	11	
		de á 12	9	

La madera adocenada, que comprende toda clase de tablas de á 7 y de á 9, se gradúa á razón de 8 piezas cuadradas y 4 cuchillos para la de á 6 y 7 piezas cuadradas y 3 cuchillos para la de á 9, que forman un total de 23 metros 40 centímetros por docena.

		Largo. — *Metros.*	Tabla. — *Metros.*	Canto. — *Metros.*	Unidad de medida.	Precio. — *Pesetas.*
Madera de hilo. Pino	de los Estados Unidos	7,00	de 0,20 á 0,28	de 0,40 á 0,50	Metro cúb.	125
	del Norte de Europa				Id.	117,50
	de otras procedencias				Id.	100
Madera de sierra. Pino extranjero	Viguetas	5,00	0,19	0,14	Metros.	3,50
		4,00	0,17	0,12	Id.	3,36
		4,00	0,16	0,12	Id.	3,36
		4,00	0,15	0,12	Id.	3,32
	Tablones	4,00	0,28	0,095	Id.	3,50
		4,00	0,23	0,095	Id.	2,75
		4,00	0,23	0,075	Id.	1,75
		4,00	0,23	0,070	Id.	1,75
	Tablas	4,00	0,22	0,038	Id.	0,88
		4,00	0,20	0,038	Id.	0,75
		4,00	0,18	0,038	Id.	0,62
		4,00	0,115	0,038	Id.	0,43
		4,00	0,10	0,038	Id.	0,38
		4,00	0,20	0,034	Id.	0,69

Pino extranjero.. . . .	Tablas	4,00	0,18	0,034	Id.	0,60
		4,00	0,15	0,034	Id.	0,50
		4,00	0,10	0,034	Id.	0,38
		4,00	0,22	0,028	Id.	0,65
		4,00	0,20	0,028	Id.	0,56
		4,00	0,18	0,028	Id.	0,47
		4,00	0,15	0,028	Id.	0,56
		4,00	0,115	0,028	Id.	0,33
		4,00	0,10	0,028	Id.	0,25
Maderas finas.		de caoba.			Kilogramo.	1
		de palosanto			Id.	1
		de cedro.			Id.	1
		de roble.			Metro cúb.	450
		de haya.			Id.	120
		de fresno..			Kilogramo.	0,10
		de peral.			Id.	0,10
		de nogal			Metro cúb.	325

Toda la madera de sierra es escuadrada, y las tablas cepilladas y machihembradas, en disposición de aplicarse á entarimados lisos, de corte de pluma ó de recuadros.

Valor de las piezas de madera gruesa y menuda y de las que de ellas se obtienen por medio del aserrío.

		Precio del metro linial		
		De Cuenca. — *Pesetas.*	De Balsain ó de Soria. — *Pesetas.*	De la tierra. — *Pesetas.*
Pieza de almacén.	Media vara.	45	45	32,20
	Pie y cuarto.	35	35	25,20
	Tercia.	23	23	13,80
	Sesma.	15	14,72	10,92
	Vigueta.	13	10	9
	Media vigueta.	6,50	5,50	4,50
	Madero de á 6.	6,50	5,75	5,50
	Medio madero.	3,25	3	2,75
Pieza con un hilo por canto ó por tabla.	Media vara.	46,60	46,60	33,80
	Pie y cuarto.	36,20	36,20	26,40
	Tercia.	24	24	14,80
	Sesma.	15,80	15,52	11,72
	Vigueta.	13,50	10,50	9,50
	Media vigueta.	7,10	6,10	5,10
	Madero de á 6.	7,10	6,35	6,10
	Medio madero.	3,85	3,60	3,35
Pieza con dos hilos por canto ó por tabla, ó uno por canto y otro por tabla.	Media vara	48,20	48,20	35,40
	Pie y cuarto.	37,40	37,40	28,60
	Tercia.	25	25	15,80
	Sesma.	16,60	16,32	12,52
	Vigueta	14,10	11	10
	Media vigueta	7,70	6,70	5,70
	Madero de á 6	7,70	6,95	6,70
	Medio madero.	4,45	4,20	3,95

Pieza con tres hilos, dos por canto y uno por tabla, ó dos por tabla y uno por canto.	Media vara	49,80	49,80	37
	Pie y cuarto	38,60	38,60	29,80
	Tercia	26	26	16,80
	Sesma	17,40	17,12	13,32
	Vigueta	14,70	11,50	10,50
	Media vigueta	8,30	7,30	6,30
	Madero de á 6	8,30	7,55	7,30
	Medio madero	5,05	4,80	4,55
Pieza con cuatro hilos.	Media vara	51,40	51,40	38,60
	Pie y cuarto	39,80	39,80	31
	Tercia	27	27	17,80
	Sesma	18,20	17,92	14,12
	Vigueta	15,30	12	11
	Media vigueta	8,90	7,90	6,90
	Madero de á 6	8,90	8,21	7,90
	Medio madero	5,65	5,40	5,15

ASERRADO		Unidad de medida.	Precio. — *Pesetas.*
A brazo.—Por cada hilo.	Media vara	Metro.	0,28
	Pie y cuarto	Id.	0,21
	Tercia	Id.	0,18
	Sesma	Id.	0,14
	Vigueta	Id.	0,12
A máquina.	Piezas gruesas	La hora.	5
	Idem íd manuables	Id.	4
	De hojas hasta un metro de ancho	Metro cuad.	1
	Entarimados y molduras	Metro	0,04
	Idem íd	Id.	0,10

Precios de todo coste.—Carpinteria de armar.

		Unidad de medida.	Importe. — *Pesetas.*
Entramados verticales con tres órdenes de puentes..	De pie y cuarto con puentes cachados..	Metro cuad.	10,83
	De íd. con carreras cachadas de media vara	Id.	10,48
	De tercia.	Id.	8,41
	De íd. con carreras cachadas de pie y cuarto.	Id.	8,02
	De sesma ó vigueta.	Id.	5,10
	De íd. con carreras de tercia cachadas..	Id.	5,10
Entramados verticales con dos órdenes de puentes. .	De pie y cuarto de 3,83 × 1,39.	Id.	9,83
	De íd íd.	Id	9,48
	De tercia de 4,30 × 1,39.	Id.	7,41
	De íd. íd.	Id.	7,02
	De sesma ó vigueta de 4,30 × 1,39..	Id.	4,05
	De íd. íd	Id.	4,05
	De maderos de á 6 de 3,35 × 1,39.	Id.	2,97
	De medios maderos íd.	Id.	2,56
	De maderos de á 8 de 3,20 × 1,39.	Id.	2,42
	De tabiques de á medio pie colgados de 4,00 × 1,39. .	Id.	2
	De íd íd. 4,40 × 1,39.	Id.	1,91
	De tabique sencillo de 4,00 × 1,39.	Id.	0,99
Entramados horizontales.	De sesmas de 7 metros de luz, 3 piezas por metro.. . .	Id.	9.03
	De íd. con dos ordenes de zoquetes.	Id	10,03
	De viguetas de 5,74 de luz, 3 piezas por metro.	Id.	7,99
	De íd. con dos órdenes de zoquetes	Id.	8,99
	De maderos de á 6, 4,50 de luz, 3 piezas por metro. . .	Id.	4,71
	De íd íd. con un orden de zoquetes.	Id.	5,21
	De maderos de á 8, 4,10 de luz, 3 y medio piezas por metro..	Id.	3,91
	De íd. íd. con un orden de zoquetes.	Id.	4,31

Entramados horizontales.	De maderos de á 10, 3,60 de luz, 5 piezas por metro.		Id.	5,56
	De tablones del Norte.		Id	5,85
	De íd. con dos órdenes de zoquetes		Id.	6,95
	Con viguetas, á 3 piezas por metro, para luces de.	4,60	Id.	34,04
		4 70	Id.	34,59
		4,80..	Id.	35,18
		4,90..	Id.	35,77
		5,00	Id.	36,40
		5,10.	Id.	37,02
		5.20.. . . .	Id.	37,49
		5,30	Id.	37,89
		5,40..	Id.	38,28
		5.50.. . . .	Id.	38,50
		5,60..	Id.	38,58
	Con maderos de á 6, á 3 piezas por metro, para luces de.	4.20..	Id.	18.94
		4 30	Id.	19,13
		4,40	Id.	19,36
	Con maderos de á 8, á 3 ½ piezas por metro, para luces de..	3.70..	Id.	13,69
		3.80.. . .	Id.	13,98
		3 90..	Id.	14,04
		4,00..	Id.	14,08
Entramados inclinados .	De sesmas: línea 5,80; entre-ejes 0,50.		Id.	9,01
	De viguetas: íd. 6,12; íd. 0,50		Id.	8,13
	De maderos de á 6: íd 5.00; íd. 0,50.		Id.	5,49
	De íd. de á 8: íd. 4,46; íd 0,50..		Id.	4,75
	De íd. de á 10: íd. 3,90; íd. 0,50.		Id.	4,23
	De íd. para cubiertas de teja plana.		Id.	4,89
	Forma para armaduras á dos aguas de 7,60 de luz. . .		Forma.	116,93
	Entramados inclinados construídos con el tipo de la forma anterior..		Metro cuad.	11,25
	Bohardilla de 0,14 × 0,56 con todos los accesorios. . .		Pieza.	52,90

		Unidad de medida.	Importe. — *Pesetas.*
Camones y cimbras	Camón de 10,40 de desarrollo	Pieza.	36,60
	Encamonado con camones de esta clase, á 0,50 de distancia	Metro cuad.	4,98
	Cimbra para crujía de 4 metros de luz	Id.	20,98
	Idem descontando el aprovechamiento de las maderas	Id.	15,24
	Idem para luneto de 0,80 de luz	Pieza.	20,59
	Idem id. de vano de fachada	Id	8,03
	Idem íd. de puerta de paso	Id.	6,83
Aleros	Para fachada, en fino, compuesto de solerón moldado, cartelas con su tocadura, tabica y corona	Metro cuad.	50,10
	Idem compuesto de soleras, canecillos, tabicas, saetines, tocaduras y corona moldada	Id.	9,50
	Para interiores, compuesto de solerón, canecillos, corona, etc.	Id.	7,80
	Idem coronado con tabla de á gordo	Id	4
	Idem para forjado	Id.	3,10
Andamios	Arma de 14 metros de altura de fachada	Arma.	192,55
	Idem descontando el aprovechamiento de las maderas.	Id	144,41
	Andamio aislado para grandes naves	Id.	1023,30
	Idem descontando el aprovechamiento de los materiales	Id.	767,48
Escaleras	Primer tipo	Peldaño.	8,66
	Segundo tipo	Id.	11,18
	Tercer tipo	Id.	6,22
	Cuarto tipo	Id.	5,15
Accesorios	Chaperón	Metro.	1,45
	Idem de tablón del Norte	Id.	2,10
	Cadena de campana de chimenea	Pieza.	1,20

Cementos para las maderas.—Se han empleado con éxito para las maderas las composiciones siguientes:

1.ª *fórmula.*	Fécula de patata..........	3 1/2	partes.
	Goma arábiga...........	1	—
	Agua................	2	—

Para emplearla, se mezclan con cuidado estas materias; hay que aplicar la mezcla inmediatamente, dándole con la mano el perfil conveniente y dejándola secar; el endurecimiento es muy rápido. Se usa para disimular las astillas saltadas y los hoyos producidos accidentalmente.

2.ª *fórmula.*	Aserrín muy fino.........	5	partes.
	Barniz de aceite..........	1 1/2	—

Para emplearla, se mezclan íntimamente estas sustancias y se aplican como en el caso anterior.

ENSAMBLAJES DE LA MADERA EN LA CARPINTERÍA DE ARMAR Y EN LA DE TALLER (1).

Empalmes de maderas.—Se llaman *empalmes* los ensamblajes que tienen por objeto unir las piezas por sus extremos. Se

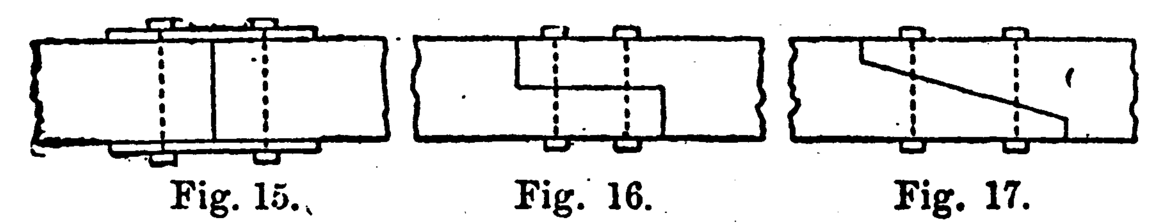


Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

distingue el empalme á junta plana ó al tope (fig. 15); el empalme á media madera con pernos y cortes á escuadra (fig. 16); el empalme de pico de flauta con cortes normales ú oblicuos á las

(1) Damos aquí solamente los principales tipos de ensamblajes usuales. Se encontrarán más adelante, al tratar de las *armaduras*, aplicaciones de estos ensamblajes y de algunos otros.

caras, para matar los ángulos (fig. 17); el empalme de media madera ó tercio de madera con corte oblicuo (fig. 18); el empalme de caja y espiga aparente con corte oblicuo (fig. 19); el de pico de flauta con un falso corte (fig. 20); el de media madera ó tercio de madera con corte oblicuo en sentido contrario al del definido anteriormente (fig. 21); el de cola de milano (fig. 22); de rayo de Júpiter con trazo recto y corte oblicuo (fig. 23); de pico de flauta (fig. 24); de rayo de Júpiter oblicuo con llave (figs. 25 y 26). Este último es el más resistente. Otro sistema de empalme es el representado en la figura 27.

El empalme de horquilla (fig. 28) (1) es muy ventajoso para las piezas que deben resistir grandes esfuerzos de compresión; se puede aumentar su resistencia rodeándolo con estribos ó cinchos de hierro.

El empalme al tope (fig. 29) no conviene más que cuando no es de temer el deslizamiento; en todo caso, es conveniente unir las dos piezas por medio de un pitón ó clavija.

El empalme de grapas se ejecuta con piezas de hierro que llevan este nombre, provistas de dos puntas, cuya inclinación permite apretar las piezas una contra otra (fig. 30).

Se empalman también dos piezas al tope, ligándolas por dos chapas de hierro sujetas por medio de pernos á cada una de las piezas (2).

(1) Tratándose de empalmes, algunos autores llaman á este ensamblaje de *caja y espiga*: la caja y la espiga comprenden todo el espesor de la pieza, de modo que la espiga es *aparente*. El empalme en que la espiga no es aparente y la caja no atraviesa todo el espesor de la pieza se llama de *botón y botonera*. El nombre de empalme de *horquilla* se reserva para un ensamblaje en que las ramas de las horquillas están en las aristas de las piezas. El de *horquilla triangular*, que no se describe en el texto, pero que se suele estudiar en todos los tratados especiales de estereotomía, es un ensamblaje bastante complicado y de poca aplicación. Cuando la espiga está desviada del centro y sólo es aparente por un haz, se llama el empalme de *falsa espiga*.
(N. del T.)

(2) Además de los empalmes descritos, debe citarse entre los usuales el de *corchete*, que no es más que un empalme á media madera, reforzado por medio de un pasador con tornillo que lo atraviesa oblicuamente. *(N. del T.)*

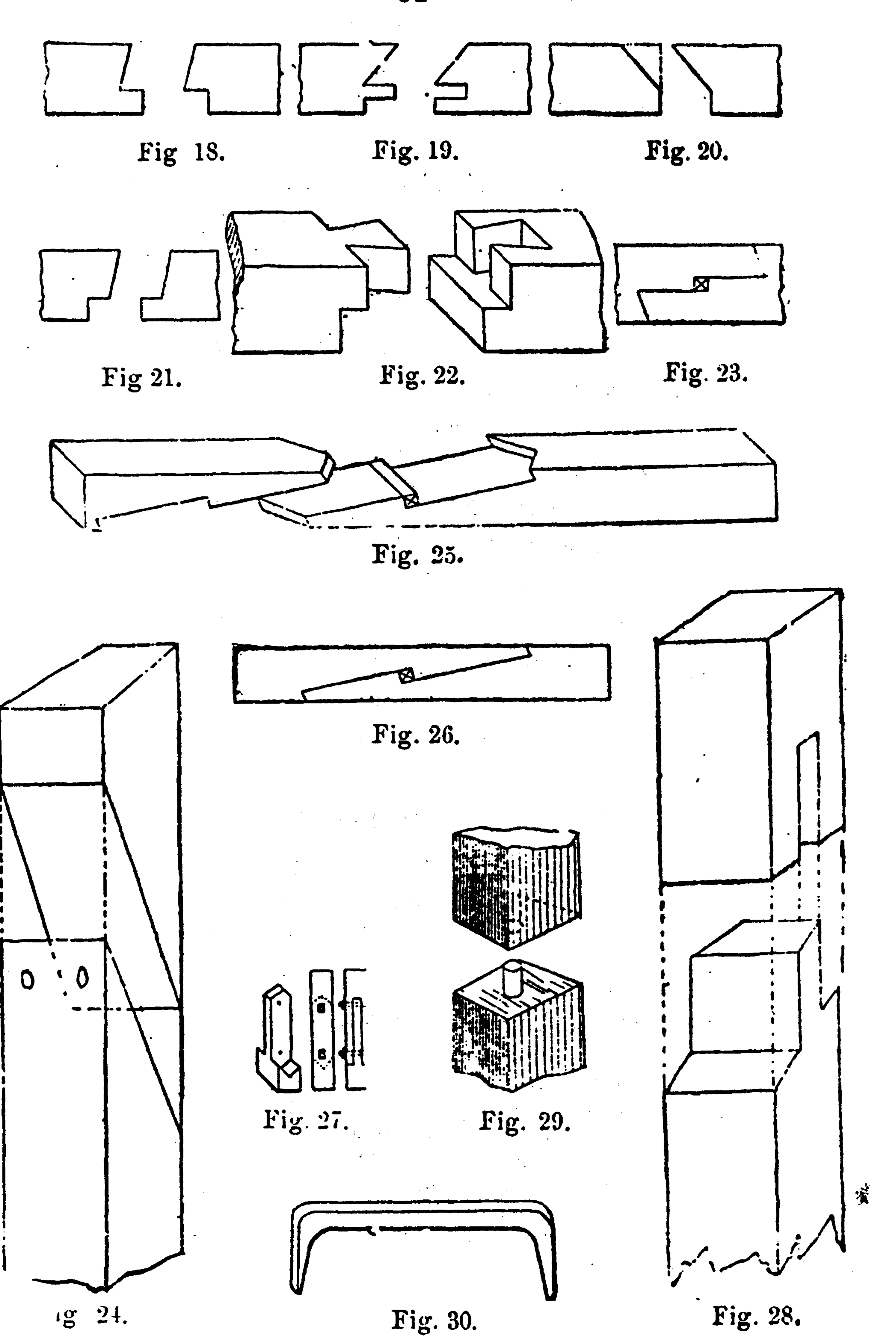


Fig 18. Fig. 19. Fig. 20.

Fig 21. Fig. 22. Fig. 23.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27. Fig. 29.

ıg 24. Fig. 30. Fig. 28.

Los **ensamblajes de ángulo** en los puntos de concurso ó de cruzamiento de dos piezas son generalmente de caja y espiga con cabillas ([1]).

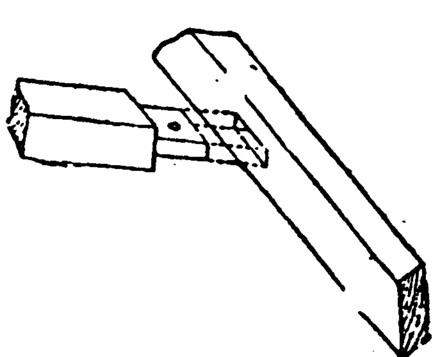
La *espiga* es una porción de la madera que se reserva en uno de los extremos de una pieza para penetrar en una cavidad abierta en la otra; esta cavidad se llama *caja* ó *escopleadura.*

Las *clavijas* ó *cabillas* son cilíndricas y de un diámetro igual á la cuarta parte del espesor de la espiga; un ensamblaje bien dispuesto y bien labrado debe mantenerse sin clavijas; éstas se cortan enrasando con las caras ó paramentos de las piezas.

La *espiga* tiene un espesor próximamente igual al tercio del de la pieza y se labra en sentido de la fibra.

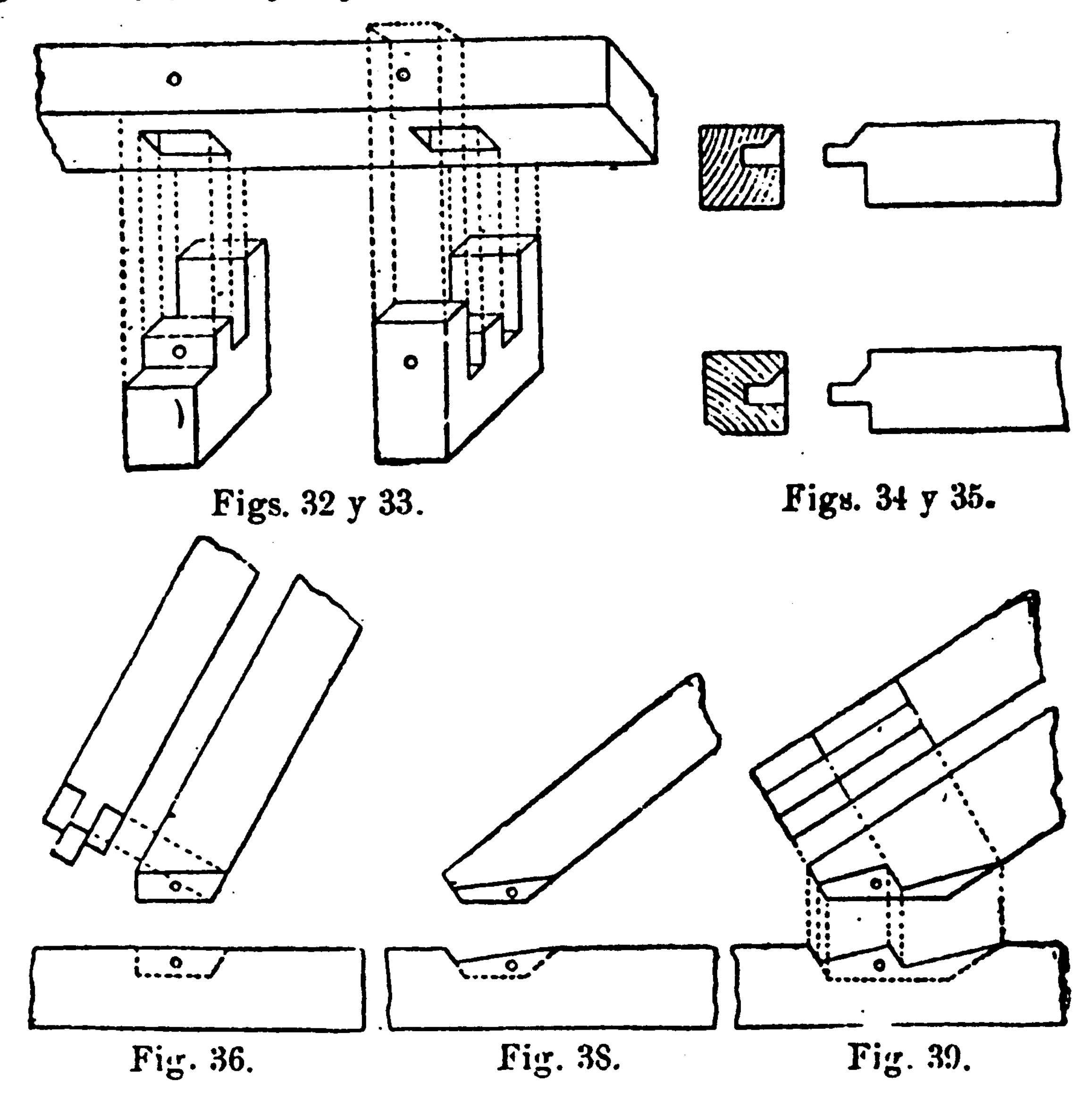
En rigor, la caja y la espiga deberían ser iguales; pero como podría suceder que la espiga fuese un poco más larga que la caja, y en este caso cargaría sobre ella todo el peso ó el esfuerzo que sufre la pieza se hace más corta que la caja.

Las partes de la sección de la pieza que quedan al rededor de la espiga, en su base, se llama *quijeras*, y las correspondientes de la pieza en que se ha labrado la caja, que vienen á coincidir con las quijeras al armar el ensamblaje, *espaldones*; se distingue el ensamblaje recto de caja y espiga simple (fig. 31); el ensamblaje recto con espiga, quedando la pieza que lleva la escopleadura encajada en la otra (figuras 32 y 33); el ensamblaje de espiga reforzada ó con espera (figura 34), usado en el apoyo de las viguetas sobre las vigas maes-


Fig. 31.

([1]) Los ensamblajes ó ensambladuras de dos piezas pueden ser de tres clases: 1.° *Ensamblajes de ángulo*, que comprenden tres casos, según que las dos piezas ensambladas se prolonguen más allá del punto de encuentro, que se prolongue una sola ó que concurran las dos uniéndose por sus extremos. En el texto se describen diversos ejemplos de los tres casos. 2.° Los *empalmes*, que se han estudiado ya 3.° Los ensamblajes de las piezas que se unen por sus cantos ó tablas, que reciben el nombre de *acoplamientos* y se estudiarán más adelante. (*N. del T*)

tras ó carreras de los pisos; en la figura 35 se han colocado la espiga y el refuerzo más bajos que en la 34, para evitar el ángulo agudo de la caja. Hay además el ensamblaje oblicuo con bisel y caja para presiones pequeñas (fig. 36); el de horquilla (figura 37) (la caja, que tiene tres caras, y la espiga ocupan todo



Figs. 32 y 33. Figs. 34 y 35.

Fig. 36. Fig. 38. Fig. 39.

el ancho de la pieza); sirve para ensamblar los extremos de los cabios y para obras groseras de carpintería de taller. Los ensamblajes de caja y espiga sujetos á esfuerzos de tracción se completan con clavijas.

Damos además el ensamblaje de caja y espiga con barbilla (figura 38); el de doble barbilla con caja y espiga (fig. 39); los detalles del ensamblaje oblicuo de horquilla y embarbillado (figura 40); los ensamblajes de las vigas con las viguetas: A, es la

entalladura ó encaje con doble refuerzo oblicuo; B, de cola de milano; C, de espiga y refuerzo oblicuo [1] (figs. 41 á 43). Otro embarbillado muy sólido es el representado en la figura 44.

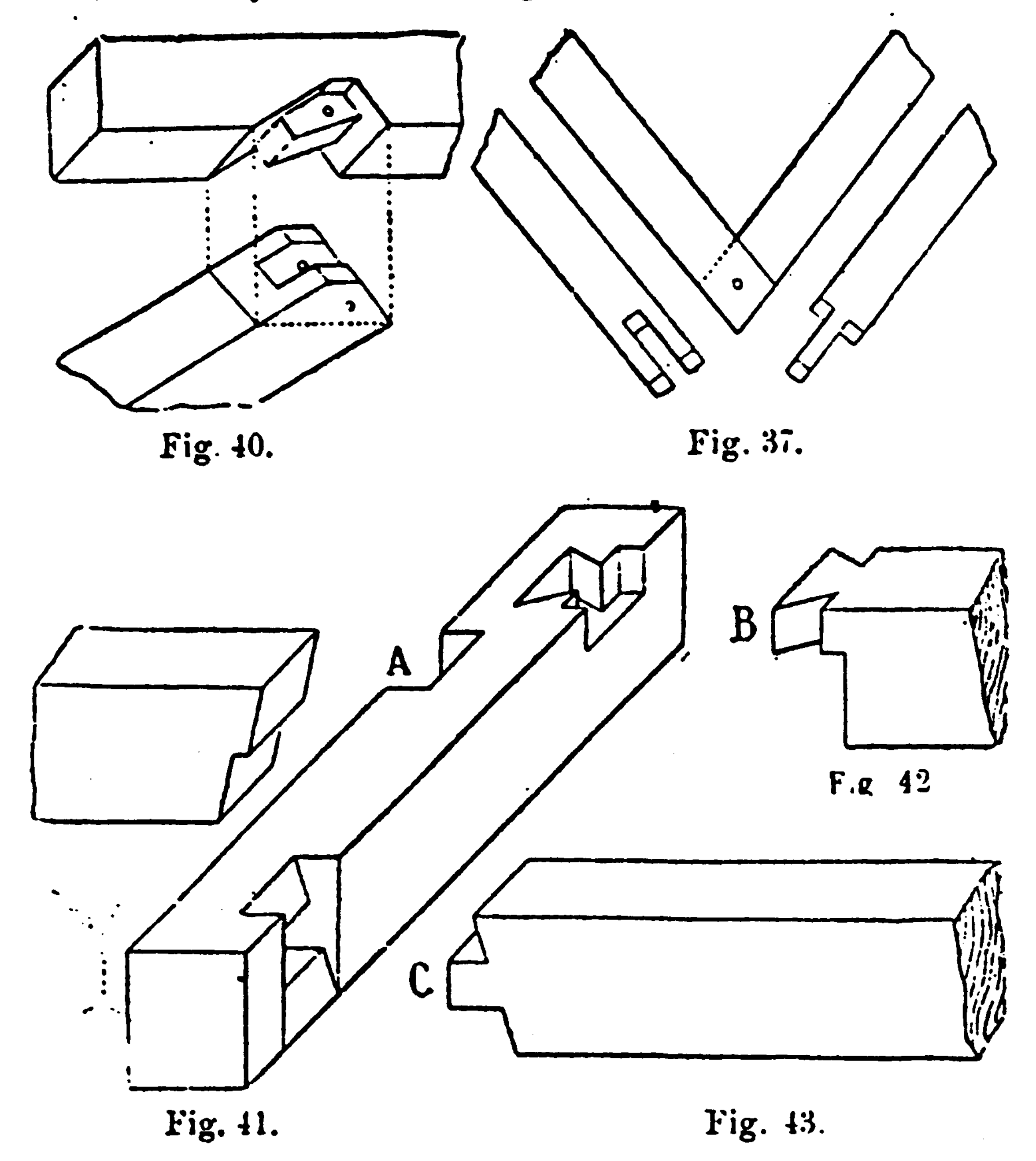


Fig. 40.

Fig. 37.

Fig. 42

Fig. 41.

Fig. 43.

Los *ensamblajes de ángulo* son: el de horquilla (fig. 37); el ensamblaje recto ó cuadrado á media madera (fig. 45); á media madera con falso corte (fig. 46); recto de cola de milano (figuras 47 y 48).

(1) Las vigas agrietadas, formando hojas verticales son muy resistentes, pero las entalladuras las debilitan mucho; por esta razón es frecuente adosar á cada lado de la viga carreras ó brochales, en que se apoyan los extremos de las viguetas (fig 95).

En el ensamblaje con *refuerzo* (fig. 49), la espiga está reforzada por un prisma triangular; es de caja y espiga con *espera*.

El ensamblaje de *inglete* ([1]) se usa para unir piezas adornadas en sus bordes con molduras (montantes y cabios de puertas) (figs. 50 y 51).

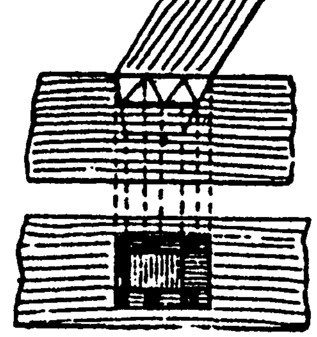


Fig. 44.

La ensambladura *á hebra* es una variedad del inglete, que sirve para obras de apariencia y esmeradas; la espiga está labrada en la misma dirección que el cabio, en cuyo extremo está la espiga; la caja está abierta á escuadra en el montante, pero el refuerzo y el corte aparente en los paramentos son oblicuos; el inglete está cortado, nó sólo en la moldura, sino en todo el espesor del travesero, excepto en la espiga, de modo que la junta aparente es la bisectriz del ángulo

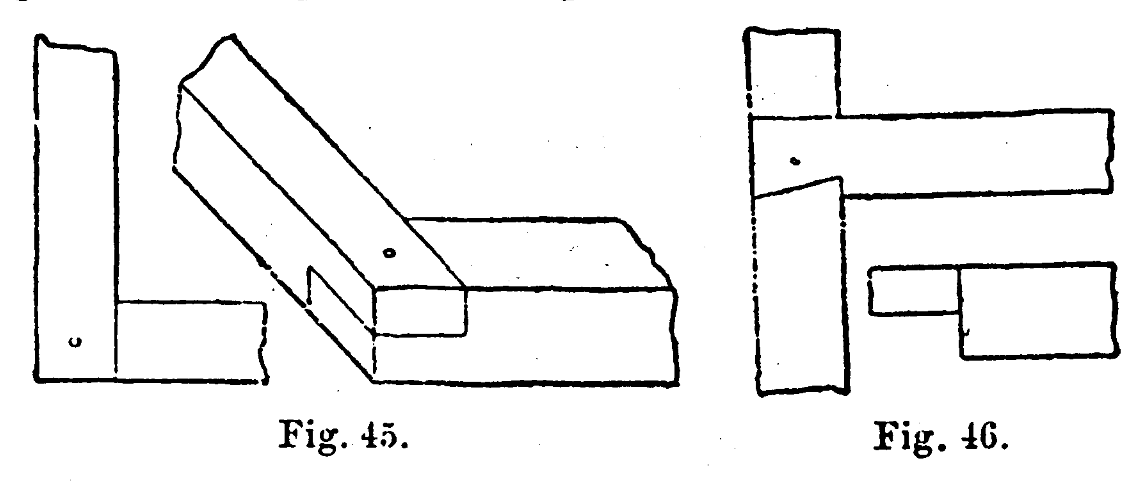


Fig. 45. Fig. 46.

recto que forman en su encuentro las piezas ensambladas (figura 51), si son iguales los anchos de las piezas.

Cuando los peinazos se ensamblan con los batientes de las puertas para formar paneles, y llevan molduras interior y exte-

([1]) Se dice que dos piezas están ensambladas á *inglete* cuando se limitan en el plano de las diagonales de los paralelogramos que forman las prolongaciones de sus aristas en las dos caras cuyos planos coinciden; es el ensamblaje de los montantes con los cabios ó dinteles de madera de las puertas, y se puede ver también en todos los marcos de cuadros. Si las dos piezas ensambladas son de igual ancho, el corte resulta á 45° Si los anchos son distintos, los ángulos que forma el corte con los ejes de las dos piezas son diferentes y el ensamblaje se llama de *inglete con falso corte* (fig. 53).

(*N. del T.*)

riormente, todas estas molduras deben cortarse á inglete (figura 52).

El ensamblaje á inglete con *falso corte* se emplea en el encuentro de dos piezas de ancho desigual ensambladas á hebra (figura 53).

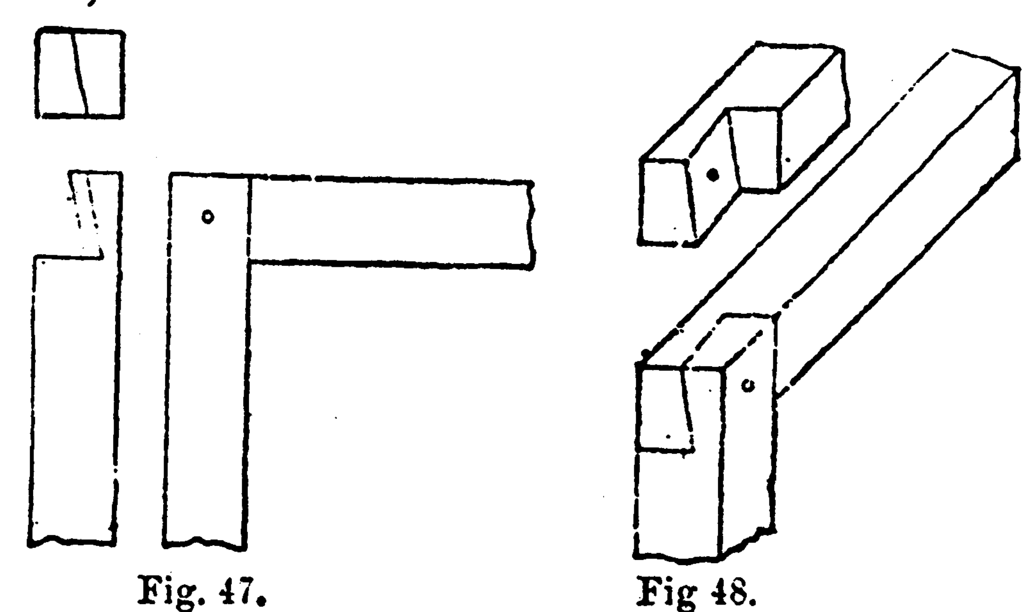


Fig. 47. Fig 48.

Las figuras 54 á 58 indican diversos ensamblajes de ángulo empleados para pedestales, plintos, depósitos, etc.

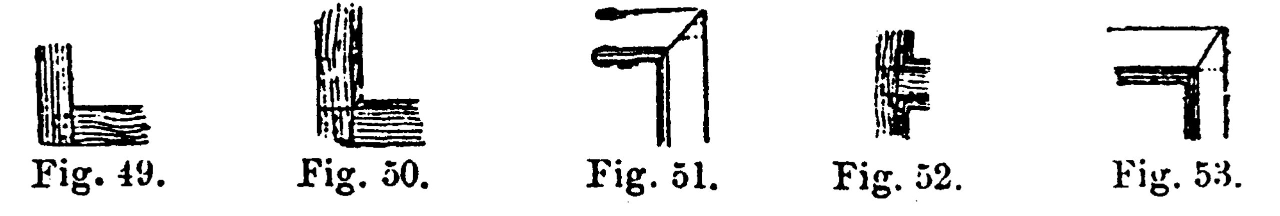
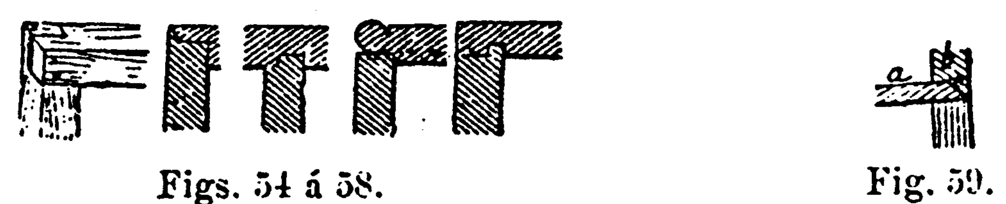


Fig. 49. Fig. 50. Fig. 51. Fig. 52. Fig. 53.

La figura 59 representa el ensamblaje de dos piezas con caras á escuadra *a* y *b*, dispuestas para disimular la junta *c*.



Figs. 54 á 58. Fig. 59.

Ensamblajes en el caso en que no se encuentran los ejes.—Se pueden citar, en este caso, el rebajo ó entalladura simple (fig. 60); el rebajo oblicuo (fig. 61); el rebajo doble con refuerzo (fig. 62); la entalladura con cortes oblicuos en forma de cola de milano (fig. 63); la entalladura recta (fig. 64); la entalladura de cola de milano (fig. 65); el rebajo sencillo en el ángulo (fig. 66) (como

al cruzamiento de una carrera y un cabio; el rebajo es triangular y cubre la arista de la carrera); se añade algunas veces una espiga en el ángulo de la entalladura (fig. 67).

Acoplamientos para reforzar la sección de piezas y vigas armadas.—Siendo raras y costosas las piezas de grandes escuadrías,

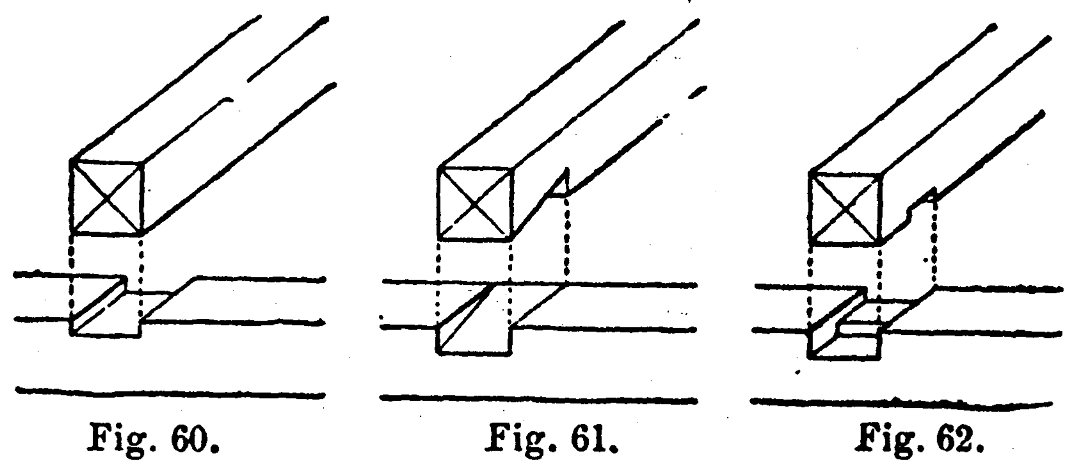


Fig. 60. Fig. 61. Fig. 62.

se suplen, cuando son necesarias, por medio de piezas más pequeñas unidas por ensambladuras de *acoplamiento*. Como generalmente se desea aumentar la resistencia á la flexión, conviene de

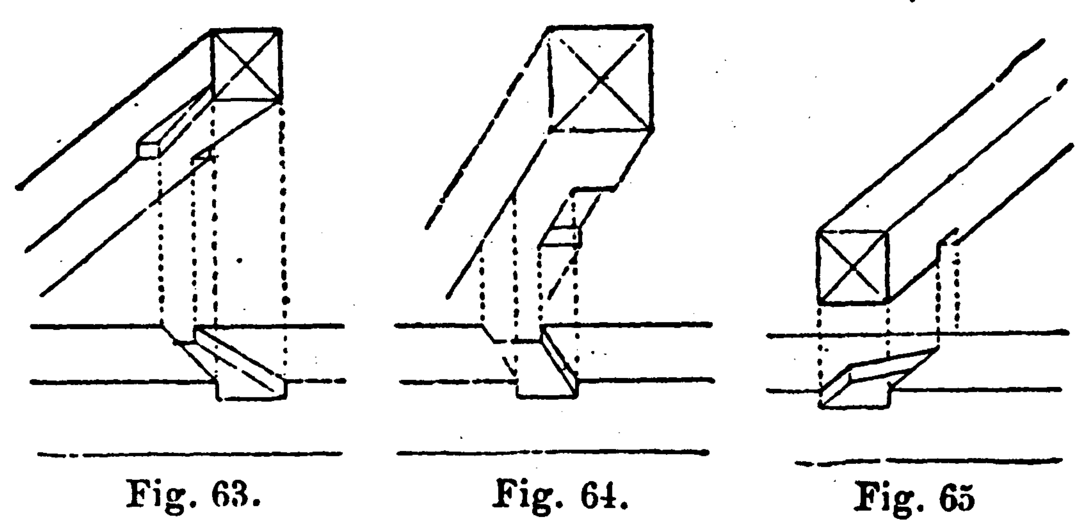


Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65

ordinario aumentar la tabla. En este caso se usa el acoplamiento de *cremallera* ó de *dientes* para los pares, tornapuntas y vigas de pisos (fig. 69). La altura de estas *vigas compuestas* es ordinariamente un dozavo de su luz. La longitud de los dientes es igual á la altura de la viga; deben trazarse en la región correspondiente al tercio central. Para aumentar la resistencia y para evitar que tome flecha al imponerle la carga, se da á la viga, al formarla, una flecha inversa de 1/60 á 1/100 de su luz.

Se obtiene esta flecha apoyando la viga, mientras se está armando, en tres apoyos, de los cuales el central es más alto, y cargándolas en los extremos. Entre las caras de los dientes se introducen cuñas (fig. 70). Se facilita este trabajo empleando cuñas gemelas (figs. 71 y 72).

El sistema de la figura 73 se emplea poco.

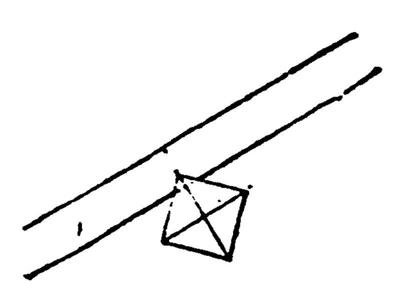


Fig. 66.

Las figuras 74 á 77 representan una viga compuesta de cinco piezas; la del medio desempeña las funciones de un tirante, las otras cuatro vienen á constituir dos sistemas de pares.

A las piezas de armaduras no se les da flechas. Si se trata de una pieza vertical, se emplea el acoplamiento por dientes ó gatillos rectangulares con llaves (fig. 78).

La figura 79 muestra el ensamblaje de dos piezas acopladas á *ranura y lengüeta doble.*

La figura 80 representa un ensamblaje de dos piezas de diferente espesor á *ranura y lengüela,* que también se dice *engargolado* ó *machihembrado.*

Se reunen á veces dos ó tres piezas en una caja común abierta en otra pieza, como en las figuras 81 y 82. En la primera los cortes de la parte aparente en la reunión de las tres piezas son oblicuos ó á inglete. En la segunda son, en parte de su longitud aparente, normales á la pieza en que se ha abierto la caja.

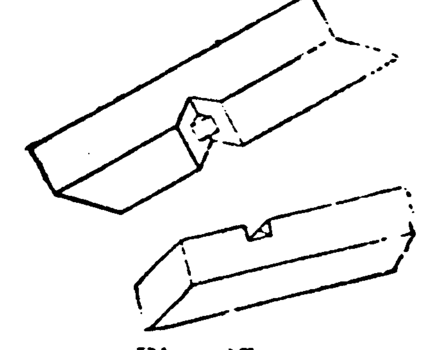


Fig. 67.

En la figura 83, dos piezas oblicuas vienen á apoyarse en un resalto reservado en una tercera pieza, por medio de cortes en forma de barbilla. Otras veces las dos piezas se reunen á inglete, penetrando ambas en una caja triangular abierta en la tercera (fig. 84).

Se llama *llave* ó *clavija* una pieza que se aloja en una entalladura practicada en el espesor de las dos piezas para oponerse á

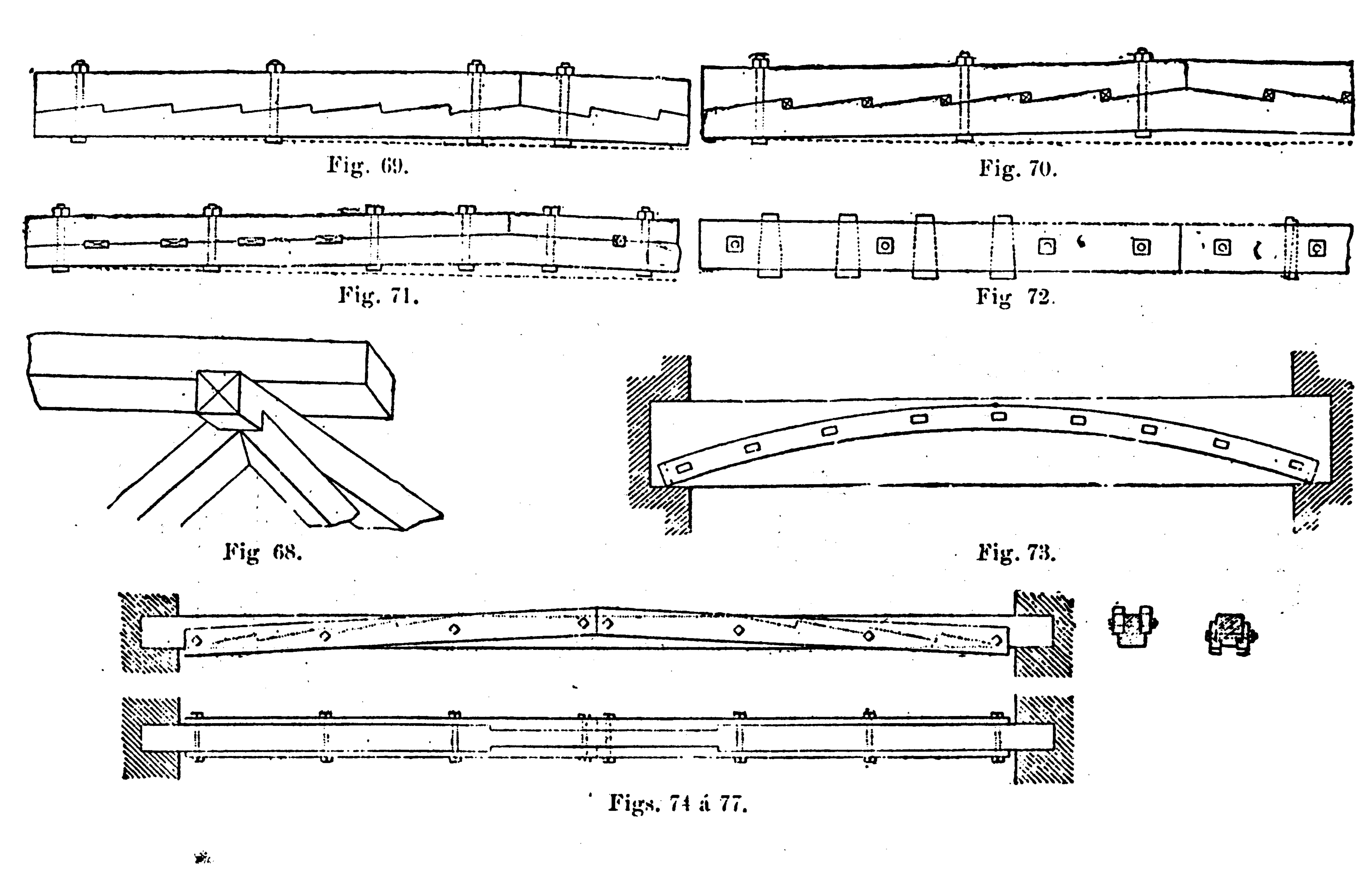


Fig. 69.

Fig. 70.

Fig. 71.

Fig 72.

Fig 68.

Fig. 73.

Figs. 74 á 77.

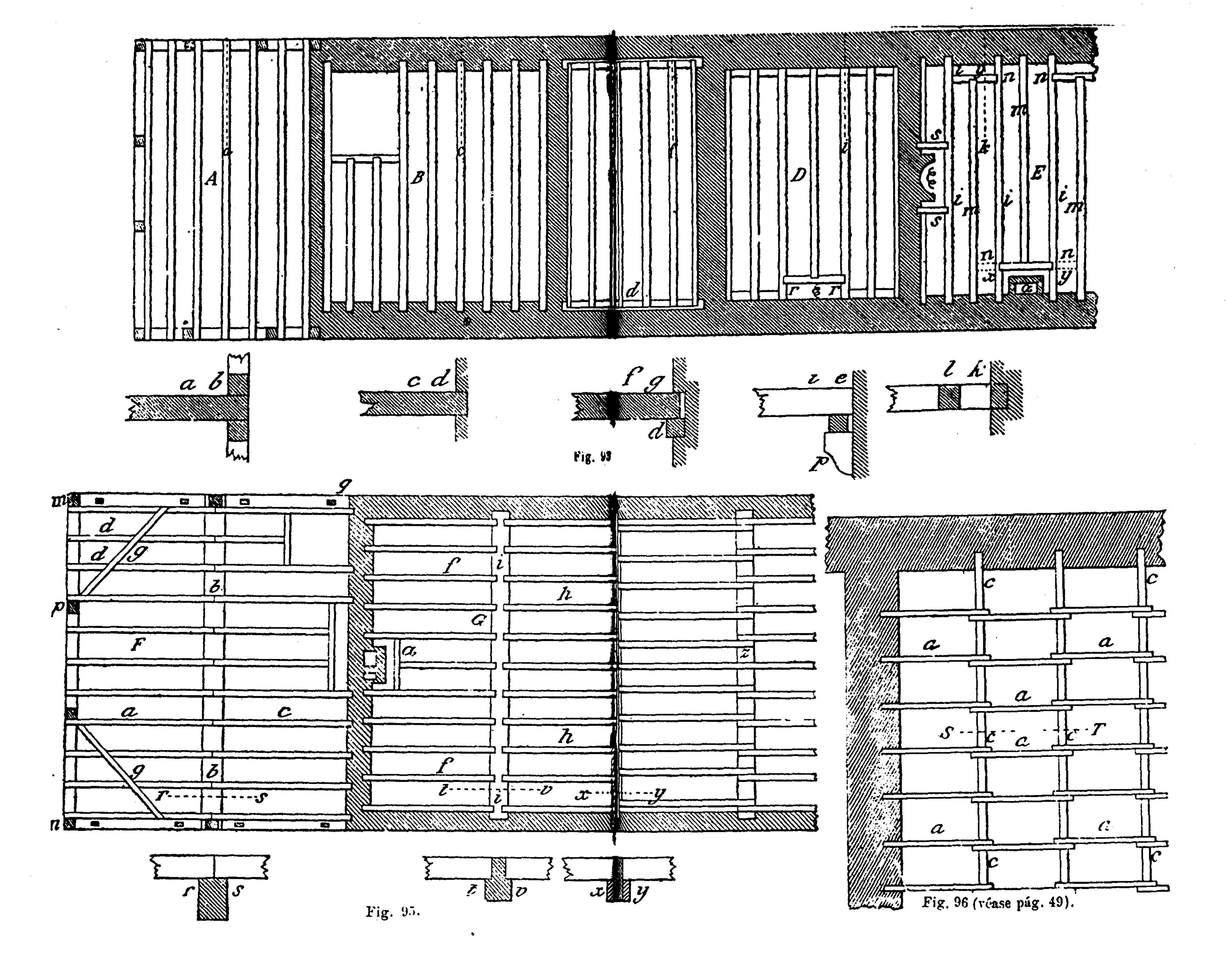


Fig. 93

Fig. 95.

Fig. 96 (véase pág. 49).

su separación. Se emplea para consolidar el ensamblaje á inglete de los tablones que forman un panel.

La figura 86 muestra el ensamblaje á inglete en el ángulo de dos piezas que forman un marco ó bastidor; á la derecha se ve

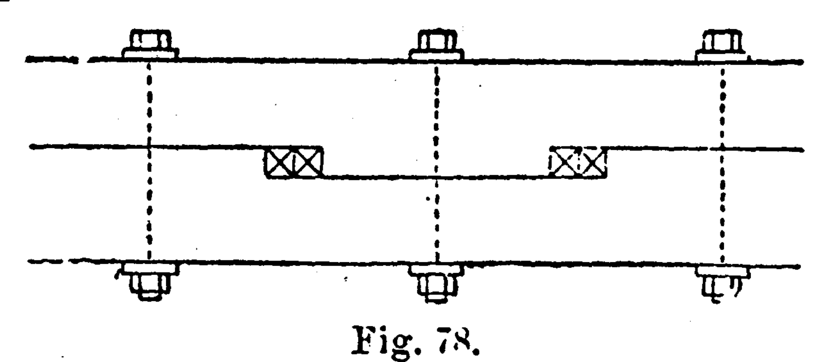


Fig. 78.

la cavidad dispuesta para recibir la llave; á la izquierda se observa la llave ya colocada.

La figura 85 representa el ensamblaje de *caja y espiga á inglete*. Se usan también llaves ó clavijas de sección circular, pero de forma cónica, que se introducen, forzándolas, en un agujero de menor diámetro, preparado á través de la caja y de la espiga en dirección oblicua. Este ensamblaje es muy resistente.

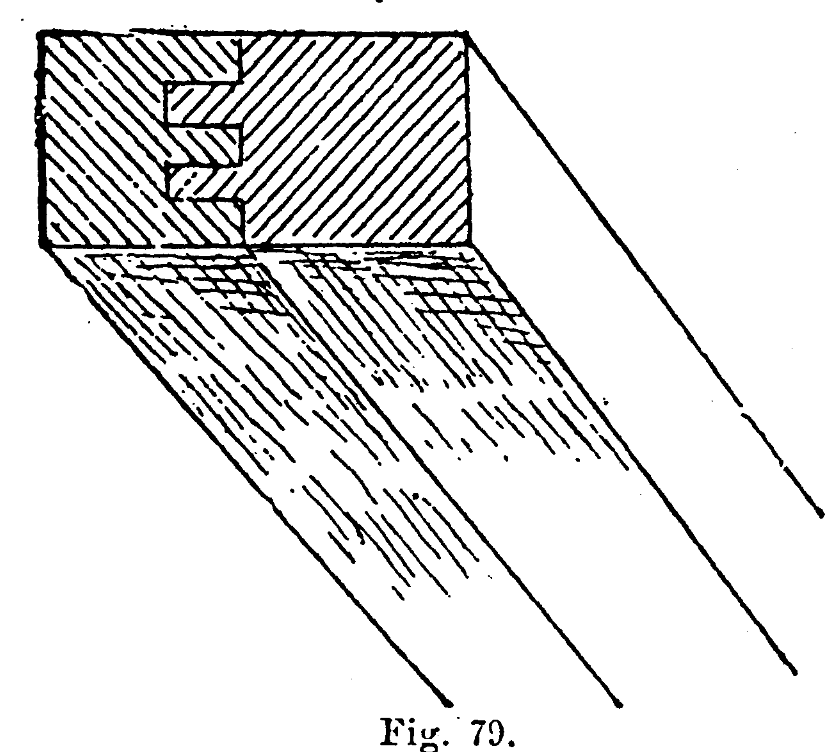


Fig. 79.

Vigas armadas. —Las figuras 88 y 89 representan vigas armadas con tornapuntas y tirantes. El larguero, pieza horizontal superior, es de madera ó de hierro; las tornapuntas son de madera ó de fundición; los tirantes, de hierro.

Se puede aumentar muy sencillamente la altura en el centro de la viga por medio de un montante y de dos pares que refieren las cargas á los puntos de apoyo (fig. 90).

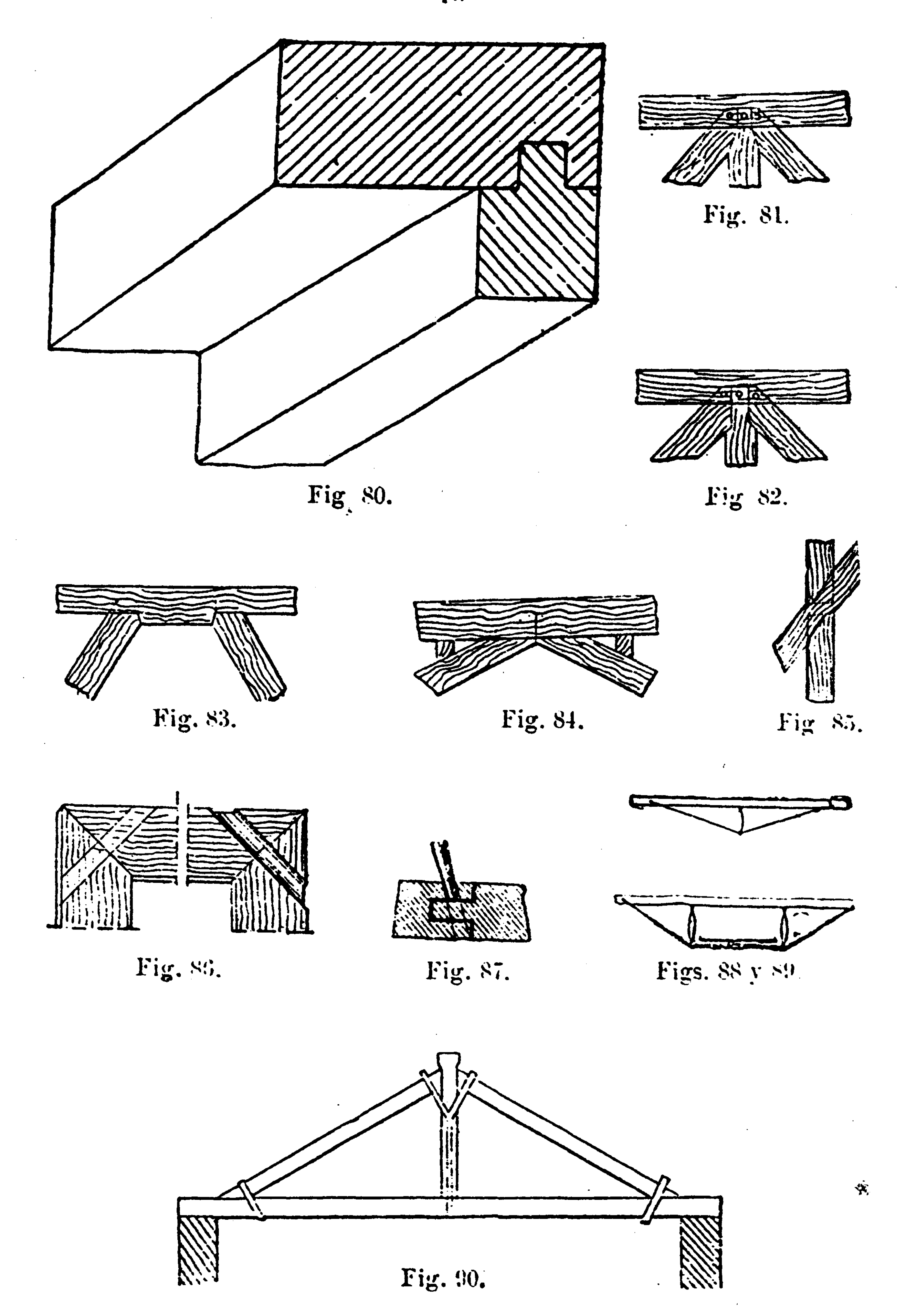


Fig. 80. Fig. 81. Fig. 82. Fig. 83. Fig. 84. Fig. 85. Fig. 86. Fig. 87. Figs. 88 y 89. Fig. 90.

La *viga compuesta* ó de *celosía* es también una cercha ó cuchillo compuesto de varias piezas (fig. 91).

La figura 91 *bis* indica otro sistema de viga compuesta.

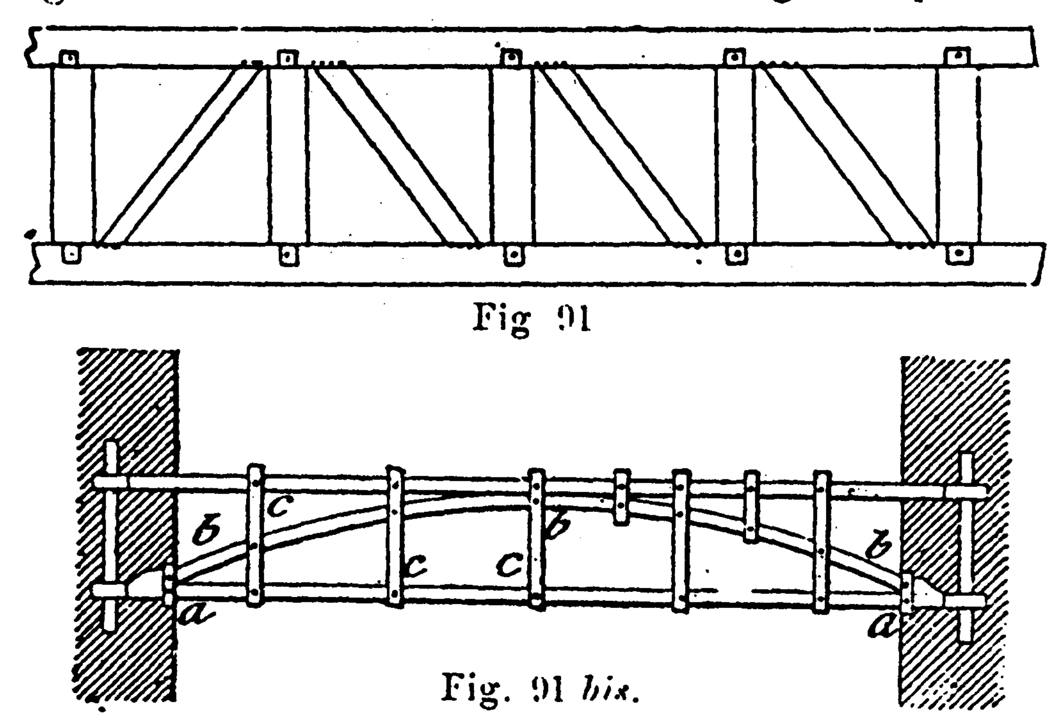


Fig 91

Fig. 91 *bis*.

PISOS DE MADERA

Piezas que componen un piso de madera.—Los pisos de los edificios comprenden el techo, el entramado y el pavimento ó solado.

Para la resistencia de las vigas y viguetas ó maderos de suelo, véase nuestro tomo II y más adelante, página 66.

La figura 92 representa un piso ordinario de madera.

La *viga maestra* ó *jácena mp* recibe los extremos de las viguetas de relleno y de los cabios *e*, en que se apoyan los brochales *l*, *l*.

Los *cabios e* reciben los extremos de los brochales *l*, *c* (que se apoyan respectivamente en dos cabios, ó en un cabio por un lado y en el muro por el otro) y sostienen el peso de la fábrica de los hogares.

Estas piezas, á causa del peso considerable que soportan, se empotran ordinariamente con una entrega de 0^{m},22 á 0^{m},25 en los muros. Cada una de sus dimensiones transversales debe su-

perar á las correspondientes de las viguetas de relleno por lo menos en $0^m,027$.

El *brochal c* es una pieza corta que se apoya por un extremo en un cabio y por el otro en un muro. Recibe los extremos de las viguetas de relleno, que en este caso se llaman *maderos cojos*. Los brochales se colocan debajo de las chimeneas para dejar el hueco necesario en el entramado de madera.

A veces se apoyan los brochales sobre ménsulas ó canecillos empotrados en los muros medianeros, pudiendo ser de piedra *p* (figura 93) ó de hierro (fig. 110).

El *brochal l* (fig. 92) se apoya sobre dos cabios y sostiene los extremos de las viguetas de relleno, que se llaman *maderos cojos*, como ya se ha dicho. Estos brochales están á $0^m,16$ de los muros y tienen por objeto sostener los extremos de las viguetas que no se pueden apoyar en los muros por la presencia de vanos ó por la necesidad de dejar paso á los cañones de chimeneas.

Las espigas de los brochales se refuerzan matando el ángulo recto de la espiga por un chaflán ó plano inclinado llamado espera, que añade un prisma triangular adosado á la cara superior de la espiga; se refuerza también el ensamblaje con éstribos ó canecillos de hierro.

Se aplican contra los muros, empotrándolas en su espesor, *carreras* L (fig. 92), á las que también llaman algunos *brochales*, y se sostienen por medio de estribos ó canecillos (fig. 94) para servir de apoyo á las viguetas. Esta disposición es viciosa, porque las piezas de madera empotradas en la fábrica se pudren; á causa de los asientos á que puede dar lugar, se debe evitar que la carrera sostenga el peso de la fábrica superior. Siendo 1 la dimensión vertical de las viguetas, la correspondiente en las carreras debe ser 1 1/2 y su dimensión horizontal 1.

Estas carreras deben hallarse empotradas en los muros en la mitad próximamente de su espesor para mayor solidez. Uno de los ensamblajes más usados y más resistentes de las viguetas con

las carreras consiste en un rebajo de 1/3 de la dimensión vertical de la carrera, seguido de una cola de milano de la misma dimensión (fig. 42).

Toda viga empotrada en una fábrica debe hallarse aislada del resto en tres de sus caras por fábrica seca, ó mejor aún debe tener su testa ó cabeza expuesta á una corriente de aire.

Las viguetas de madera no pueden empotrarse en una pared medianera, porque hallándose expuestas á podrirse y siendo muy pequeñas las distancias entre ellas, pueden causar averías; sólo se consiente empotrar las vigas maestras destinadas á sostener las viguetas ([1]). Además, toda pieza de madera debe estar separada 0m,16 ó 0m,20 por lo menos del paramento exterior de un cañón de chimenea ó de un tubo de subida de humos ([2]).

En vez de apoyar las vigas maestras sobre carreras, se pueden recibir en ménsulas ó canecillos de piedra, susceptibles de decoración.

Se apoyan también los extremos de las vigas en zapatas de madera destinadas á repartir la presión.

([1]) Véanse, tomo III, pág. 17, las disposiciones reglamentarias acerca del empotramiento de las viguetas en las medianerías.

([2]) Las *Ordenanzas municipales de Madrid* (arts. 758 y 759) establecen las siguientes reglas para la construcción de las chimeneas y de los hogares de las cocinas:

Las chimeneas y hogares de cocina deberán adosarse á muros de piedra ó fábrica de ladrillo, y en el caso de no ser posible esto y de que haya precisión de arrimarlos á paredes entramadas con maderas, se dispondrán los hogares y subidas de humos de modo que sobre el grueso de dicho entramado se construya un nuevo tabique de ladrillo hueco del ancho del hogar hasta el asiento de los pedestales para los remates ó caperuzas sobre la cubierta.

Los hogares de cocina deberán situarse sobre una bóveda de ladrillo apoyada en dos muretes de fábrica, con cadenas de hierro ó sobre un macizo de fábrica cualquiera, con tal de que en su composición no entre la madera, cuyo empleo sólo podrá permitirse en los llamados pilarotes de fogón; en las chimeneas francesas es preciso dejar un espacio por lo menos de 14 centímetros entre la planta del hogar y el suelo, rellenándolo con ladrillo hueco ó tubos de barro para evitar que se comunique el calor á los pisos; se embrochalarán además los maderos de suelo en una extensión que mida 14 centímetros más por cada lado que el ancho y el largo del hogar, y con hierros de T ó escuadra se construirá un asiento especial para dicho hogar.

(*N. del T.*)

Los *maderos de suelo* ó *viguetas ordinarias* se apoyan en los muros ó en las vigas maestras.

Los *maderos cojos* se apoyan por un extremo en un brochal, con el cual se ensamblan á caja y espiga, y por el otro en un muro ó en una viga maestra.

Las *riostras, codales* ó *zoqueles t* (fig. 92) son piezas acodaladas entre las viguetas para mantener su separación y aumentar

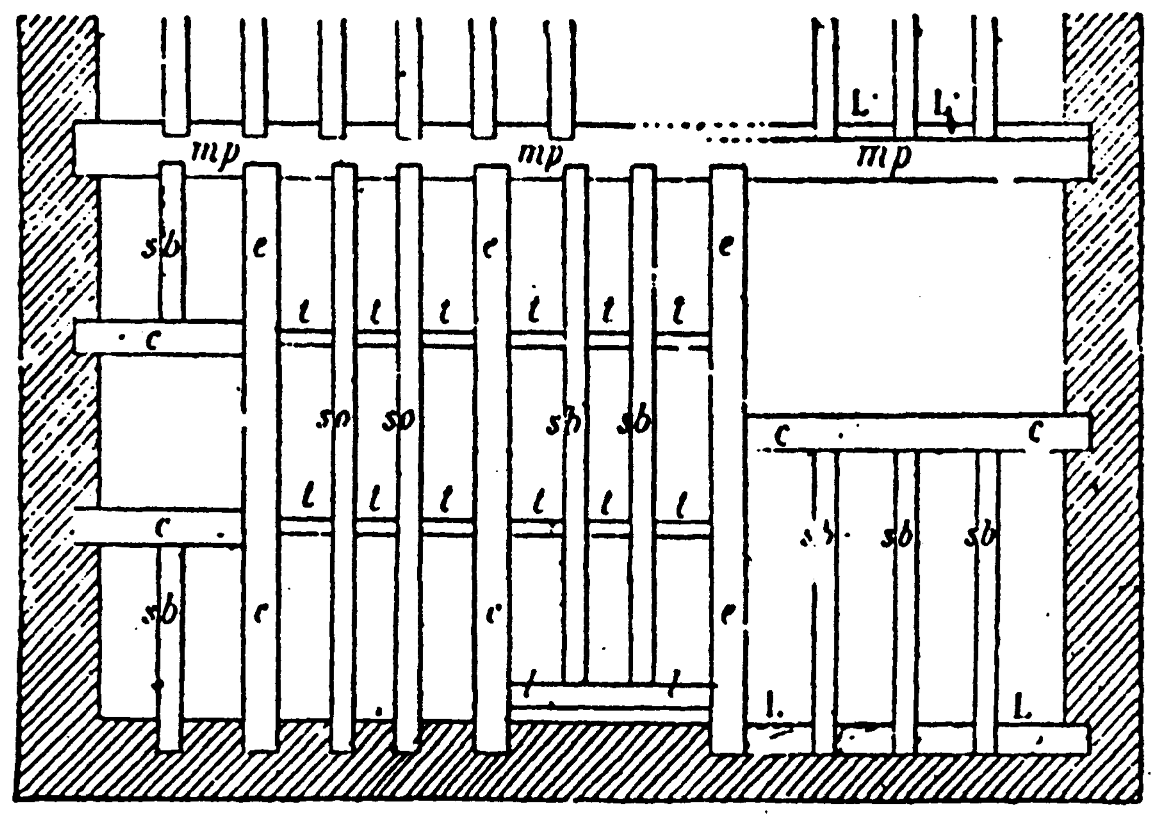


Fig. 92.

la rigidez del piso. La figura 92 representa dos enzoquetados *t, t*, en prolongación de los brochales *c;* sólo se emplean en pisos de bastante extensión.

Otro sistema de arriostramiento consiste (fig. 98) en emplear piezas de 4 á 7 metros de longitud, con entalladuras de una profundidad igual á la mitad del espesor frente á las viguetas; se encajan éstas en los rebajos y se sujetan con pernos ó cabillas de madera; su objeto es el mismo que el de los enzoquetados.

Las *carreras* L′ (figs. 92 y 99) son piezas adosadas á las vigas maestras y unidas á ellas por medio de pernos y estribos de hierro, sobre las cuales insisten los maderos de suelo; esta disposi-

ción es económica, porque permite el empleo de piezas de pequeña escuadría.

Damos en las figuras 93 á 97 diversas disposiciones y varios detalles de pisos de madera que se explican por sí mismos.

Las viguetas se hallan ordinariamente separadas entre sí $0^m,60$ de eje á eje; para grandes cargas se reduce la separación á $0^m,40$, y aun algunas veces á $0^m,25$, y se aumenta hasta $0^m,80$ para cargas ligeras.

He aquí las dimensiones que deben tener las viguetas que descansan libremente sobre sus apoyos en los pisos para cargas normales:

DESIGNACIÓN	Luz. — Metros.	VIGUETAS Ancho. — Metros.	VIGUETAS Altura. — Metros.	OBSERVACIONES
Habitaciones ordinarias. Carga por metro cuadrado de piso: 250 kilog. . .	3	0,06	0,18	Se suponen las viguetas con una separación de $0^m,70$ de eje á eje.
	4	0,08	0,22	
	5	0,09	0,26	
Oficinas, salas de recepción. Carga por metro cuadrado de piso: 350 kilog. . .	3	0,07	0,22	
	4	0,08	0,24	
	5	0,10	0,28	
	6	0,11	0,33	
	7	0,12	0,36	

Se da á las carreras adosadas á los muros $0^m,12$ de escuadría.

Las tablas de los entarimados ó entablonados tienen un espesor de $0^m,030$ á $0^m,045$ [1].

Las vigas maestras tienen generalmente por altura 1/18 de su luz, cuando la separación entre ellas es de 3 metros á $3^m,50$.

[1] Según Clairac, en su *Diccionario general de Arquitectura é Ingeniería*, se distingue el *entarimado* del piso común de madera ó *entablonado* en que éste está formado sencillamente por tablas de $0^m,22$ ó más de anchura, unidas á junta plana, mientras que el primero se compone de tabletas estrechas de $0^m,07$ á $0^m,12$, con espesor variable de $0^m,025$ á $0^m,035$, ensambladas por los cantos á ranura y lengüeta.

(N. del T.)

Cuando la separación de los muros excede de 6 metros se puede reducir á la mitad la luz de las viguetas, haciéndolas descansar en una viga intermedia (fig. 95). Esta viga resalta á veces en el techo y sostiene las viguetas que se apoyan en ella y van colocadas en prolongación una de otra, como en *i* (fig. 95), ó se cruzan para proporcionarles mayor entrega ó superficie de apoyo, como en *z*. Cuando no se quiere dejar aparente la viga, se disimula en el espesor del piso, ensamblando con ella las viguetas, como se ve en las figuras 99, 103, 104 y 113.

Fig. 94.

EXPLICACIÓN: *Lambourde*, carrera.—*Solive*, vigueta.

Tratándose de *vigas compuestas*, formadas por el acoplamiento de piezas ensambladas á cremallera con pernos y llaves, ó á rayo de Júpiter (véanse las figuras 25 y 26), no se debe contar más que con una resistencia igual á los 3/4 de la que ofrecería una pieza única de la misma sección. Los ensamblajes se aflojan y las piezas adquieren flechas considerables con el tiempo.

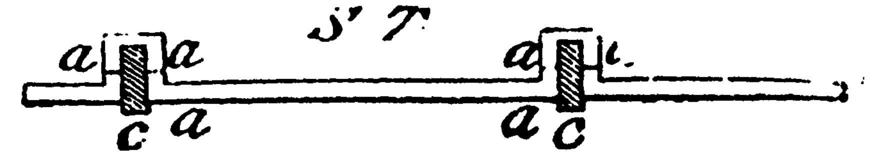
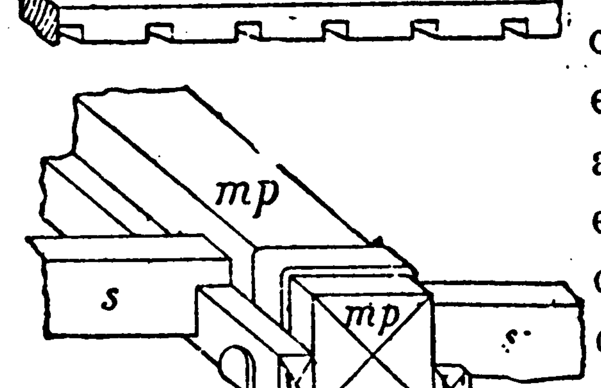


Fig. 97.—Corte ST de la figura 96, pág. 41.

En las vigas formadas de dos piezas acopladas á cremallera, estas piezas se hallan superpuestas y los dientes están trazados en las caras verticales de las dos piezas, engranando los de una de las piezas con los de la otra; en cada una de las extremidades de la junta se deja un agujero cuadrado, en el cual se hace penetrar á la fuerza una cuña de madera. El conjunto se consolida por medio de pernos ó de estribos de hierro.

Un sistema sólido y económico (fig. 100) consiste en aserrar algo oblicuamente un tronco de árbol y adosar las dos porciones P, uniéndolas con pernos; se fijan en la parte inferior las carreras LL, sobre las cuales descansan los extremos de las viguetas *cc*.

Embrochalados ó rompimientos (fig. 101).—El hueco que queda entre el brochal, el muro y los dos cabios en que se apoya el brochal se rellena con barras de hierro B, empotradas por un extremo en el muro y apoyadas por el otro, doblado en forma de estribo, en el brochal ó en el cabio en que se apoya el brochal A. Si la chimenea está bastante próxima al ángulo de dos muros se suprime uno de los cabios, apoyando uno de los extremos del brochal en el muro (figura 102).



Figs. 98 y 99.

En fin, en las chimeneas colocadas en el ángulo de dos muros el brochal A se empotra en ellos por sus dos extremos, como lo hace ver la figura 101.

Protección de las maderas contra la pudrición.— Los maderos de suelo y las vigas empotradas en los muros tienen siempre tendencia á podrirse. Para combatir esta tendencia, se

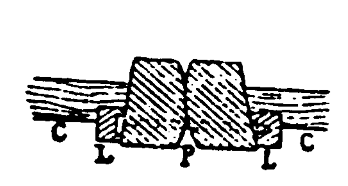


Fig. 100.

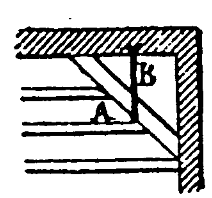


Fig. 101.

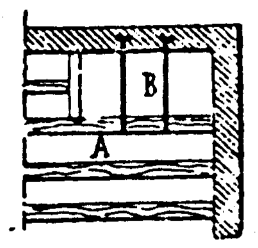


Fig. 102.

enlucen con arcilla las extremidades de las vigas y viguetas y se añaden uno ó dos baños de pintura al minio, de aceite, de azufre ó de alquitrán. Se puede también emplear en los extremos de la pieza un enlucido de yeso (nunca de cal) ó forrar dichos extremos con una lámina de zinc ó de plomo ó un encofrado de madera. Apretando los extremos de las vigas entre las piedras se consiguen también á veces buenos resultados, pero generalmente estos medios son insuficientes.

Importa sobre todo conseguir aislar los extremos de las piezas. Se hace que descansen las vigas P, cuando es posible, sobre canes de piedra A, ó de metal, empotrados en los muros, dejando entre estas piezas y el muro M un espacio libre de 4 ó 5 centí-

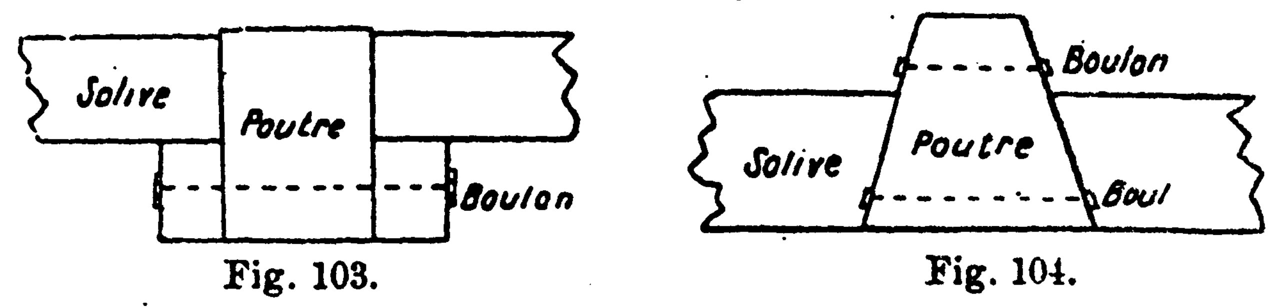


Fig. 103. Fig. 104.

EXPLICACIÓN: *Solive*, vigueta. — *Poutre*, viga maestra.—*Boulon*, perno.

metros (fig. 105). Se puede también aislar la madera de la piedra poniendo debajo de la viga una capa de betún, de azufre, ó una lámina de plomo ó zinc.

Cuando no se pueden emplear ménsulas, se dejan en el interior de los muros cajas algo mayores de lo necesario en todos

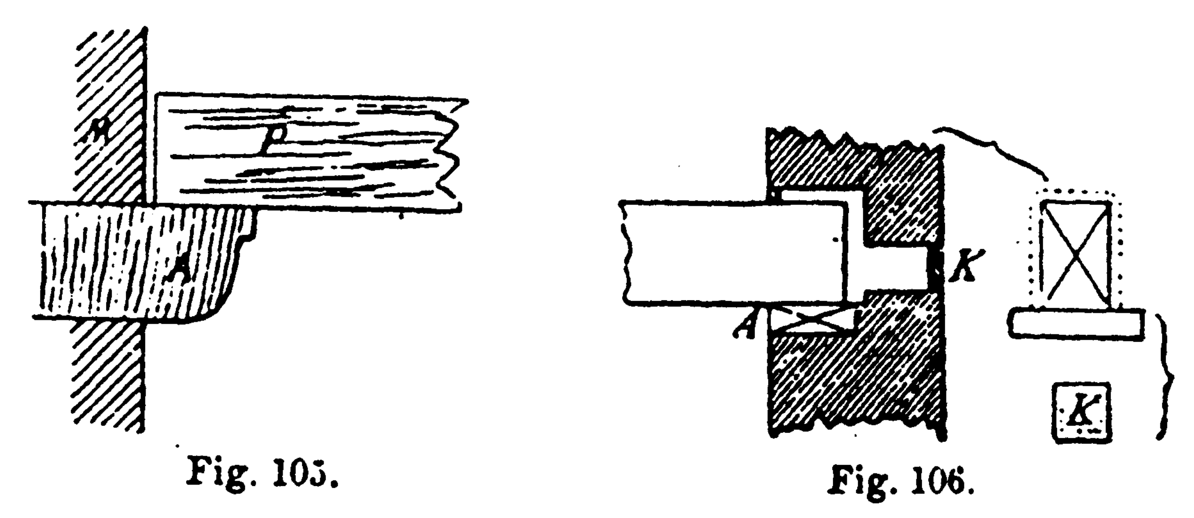


Fig. 105. Fig. 106.

sentidos, para formar una cámara de aire (fig. 106). Es menester que esta cámara comunique con el aire exterior por medio de un conducto disimulado y cerrado por una tela metálica, un azulejo calado K, etc.

Herrajes de los pisos.—El estribo ó collar (fig. 107), llanta de hierro acodillada varias veces y retorcida en sus extremos, sirve para consolidar los pisos. Abraza los extremos de los brochales ó de las piezas en que éstos se apoyan, y se fijan por

las partes retorcidas, que se apoyan de plano sobre la cara superior de la viga, fijándose á ella con grandes clavos.

El estribo (fig. 108) puede abrazar dos piezas de madera y ser fijado á tornillo y tuerca á una chapa de hierro colocada sobre aquéllas. Los estribos de hierro tienen por término medio 40 milímetros de ancho por 7 ó 9 de espesor.

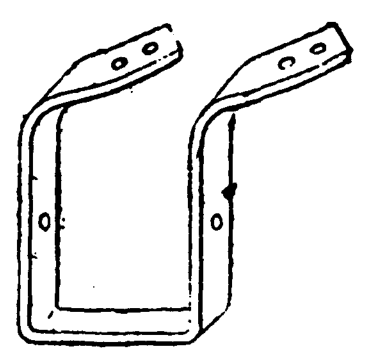


Fig. 107.

Se pueden amarrar las vigas y viguetas de un piso de madera por el sistema de la figura 109. También se puede amarrar al muro una viga ó una vigueta por medio del herraje de la figura 110, terminado en forma de cola de carpa, ó el representado en la figura 111, que lleva atravesado un barrote.

Este barrote queda adosado al paramento exterior del muro,

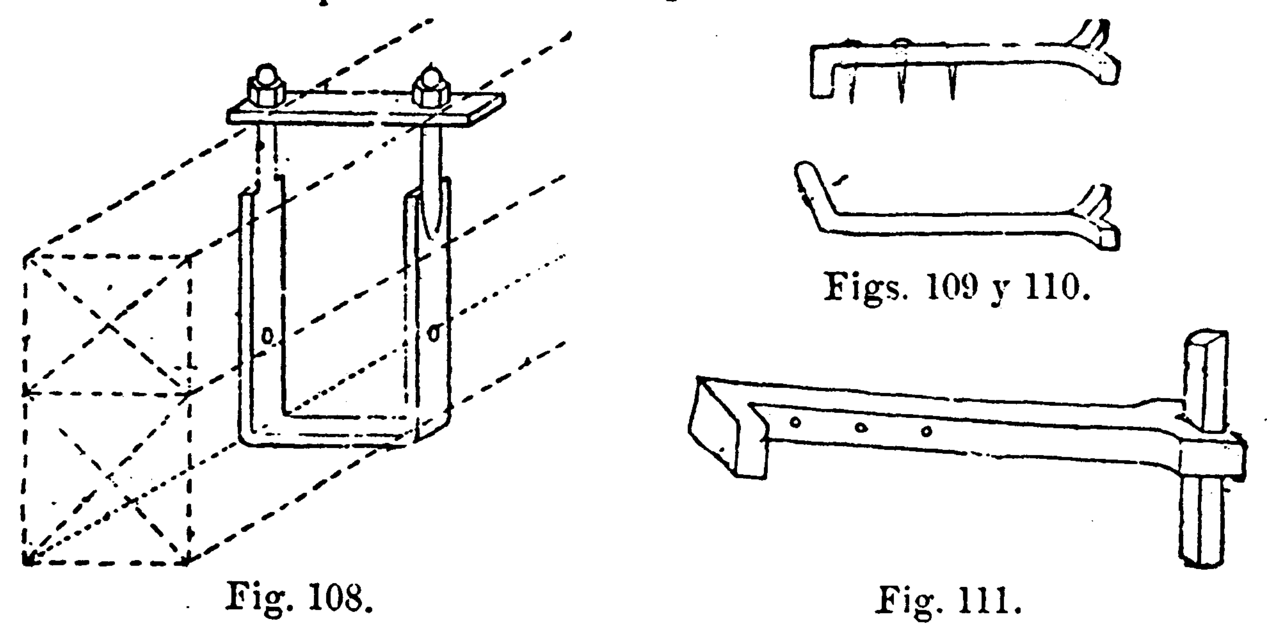


Fig. 108. Figs. 109 y 110. Fig. 111.

el cual está atravesado por la barra horizontal. Cuando los extremos de las vigas maestras se tocan en medio del muro, quedando empalmadas al tope, como sucede algunas veces, se ligan entre sí por medio de una chapa de hierro fijada á ambas vigas con clavos arponados ó con grapas.

Los hierros con su extremidad en forma de cola de carpa (figuras 109 y 110) son hierros planos de 40 milímetros de ancho por 9 de espesor y unos $0^{m},50$ de longitud.

Es conveniente colocar, cada dos ó cada tres viguetas, amarras formadas de llantas de hierro de $0^m,05$ de ancho por $0^m,015$ de espesor, y de una longitud de 1 metro á $1^m,30$ encima y debajo de las viguetas.

La figura 113 representa un ensamblaje de viguetas con vigas maestras y carreras, consolidadas por un estribo de hierro que se ve aislado en la figura 112.

Se suprime la madera en las partes de los pisos que se re-

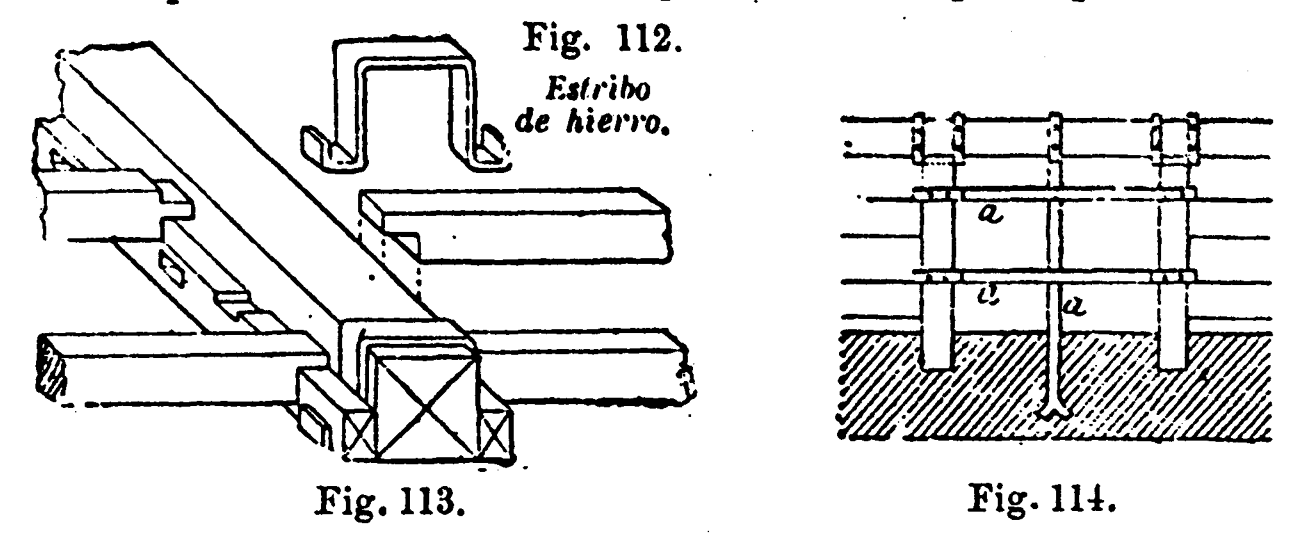


Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 114.

servan para los hogares de las cocinas y chimeneas, sustituyéndola por una rejilla compuesta de hierros cruzados formando cuadrícula.

La figura 114 da idea de esta construcción. Las líneas *a, a, a,* representan barras planas acodilladas en sus extremos (fig. 115), de las cuales dos descansan en los brochales y la tercera se apoya por un extremo en el cabio, teniendo el otro empotrado en el muro; sirven para sostener la fábrica del hogar.

Fig. 115.

Frecuentemente se hacen de hierros de 25 milímetros de espesor los brochales mismos, y sostienen cuadradillos de 14 milímetros de lado, que se fijan con tornillos ó clavos á la vigueta de madera.

El apoyo del brochal sobre el cabio se refuerza con estribos.

Las colas de carpa *c* (fig. 116) sirven para amarrar las piezas de importancia secundaria, empotrándolas en el muro.

La figura 116 muestra otra disposición de hogar con base metálica.

Encadenado.—El encadenado tiene por objeto ligar y mantener reunidos entre sí, por medio de cadenas horizontales fijadas por sus extremos, materiales diversos, muros, pisos, etc., impidiendo su separación (1). Hay ventaja en emplear barras planas en vez de hierros cuadrados de igual sección.

Una barra de sección rectangular, de $0^m,027$ de ancho por $0^m,009$ de espesor, es tan resistente como un cuadradillo de $0^m,018$, aun cuando la superficie del rectángulo que constituye la sección de la primera sólo representa tres cuartas partes de la sección cuadrada. Como no siempre se dispone de hierros de la longitud necesaria, es menester empalmarlos.

La cadena con ensamblaje de *ganchos* consiste en una serie de eslabones de hierro terminados por un extremo en anillo y por el otro en gancho, de modo que se enganchan unos con otros. Esta cadena se coloca en una acanaladura abierta en el sobrelecho de una hilada, que luego se rellena con plomo fundido.

El ensamblaje de *charnela* consiste (figs. 117 y 118) en ter-

(1) Más en general se llaman en construcción *arriostramientos* los entramados ó conjuntos de piezas que tienen por objeto evitar la separación ó la aproximación de dos elementos. Las piezas que se oponen directamente á un movimiento de separación se llaman *tirantes* porque obran por tensión. Cuando se oponen á la aproximación, trabajan por compresión y se llaman *codales*. Son codales, por ejemplo, las piezas transversales que evitan los desprendimientos en la entibación de una zanja ó los zoquetes de que hemos hablado en la página 47; los cuales evitan la aproximación de las viguetas obrando por compresión, pero son incapaces de evitar su alejamiento, porque el ensamblaje de junta plana que los une á las viguetas hace imposible que puedan trabajar por tensión, puesto que en este caso se separarían de las piezas que deben enlazar. Las piezas transversales expuestas á sufrir tensiones y compresiones alternativamente, es decir, que deben ejercer unas veces funciones de codal y otras de tirante, reciben el nombre genérico de *riostras*.

El *encadenado* es, según esto, un verdadero *atirantamiento*, pues las cadenas de hierro sólo se pueden oponer á la separación de los muros que enlazan, siendo incapaces de trabajar por compresión.

(N. del T.)

minar una de las barras de hierro en forma de una horquilla, entre cuyas ramas se encaja la extremidad de la otra. Se introducen en un agujero practicado en el espesor de dicha extremidad,

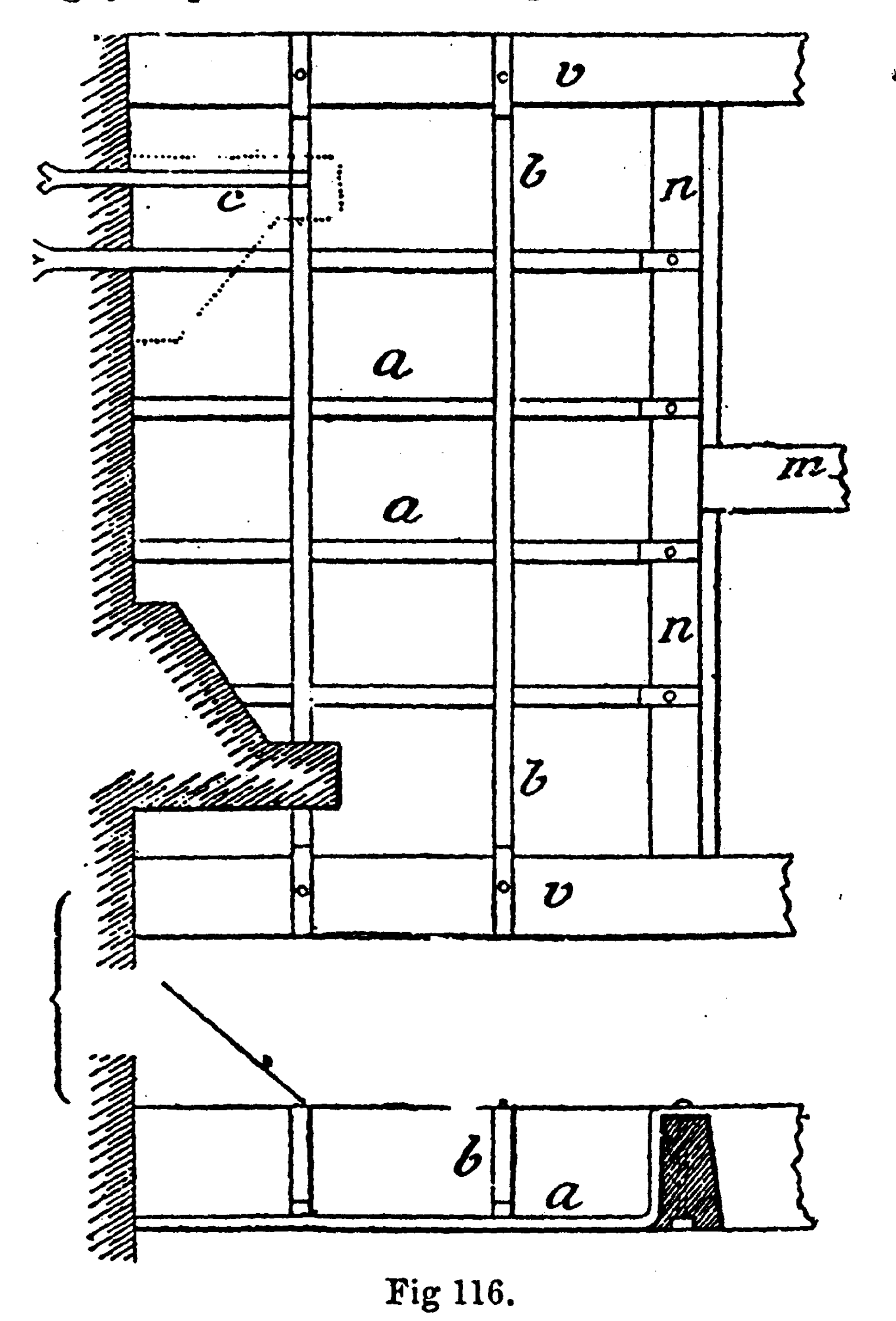


Fig 116.

y de las dos ramas de la horquilla, pernos, clavijas ó dobles cuñas (figs. 119 y 120).

En el ensamblaje de *talón*, los extremos de las barras de hierro terminan en talones ó resaltos vueltos en sentido contrario; se efectúa la sujeción con el auxilio de anillos ó bridas de hierros planos de 0m,04 á 0m,05 no soldados. Las figuras 121 y 122

representan en planta y en alzado una cadena de barras planas de hierro de 45 × 9 á 50 × 9, ensambladas á rayo de Júpiter, con dos anillos y dobles cuñas que sirven para templar la cadena. Cuando las barras de hierro son de pequeñas dimensiones, se ensamblan simplemente á rayo de Júpiter sin cuñas; en este caso las bridas son anillos redondos exteriormente, mientras que en el interior se adaptan á la forma de los hierros para apretarlos.

Colocación.—Si el edificio es aislado, se encadenan las fachadas de frente y las laterales, y cuando es de importancia, se emplean tirantes en diagonal sobre los entramados de los pisos. Si el edi-



Fig. 117.— Ensamblaje de charnela con clavija.

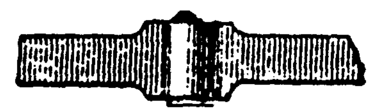


Fig. 118.— Ensamblaje de charnela con perno.

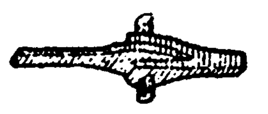


Fig. 119.

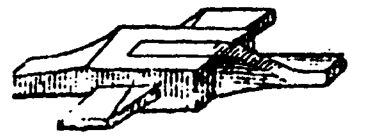


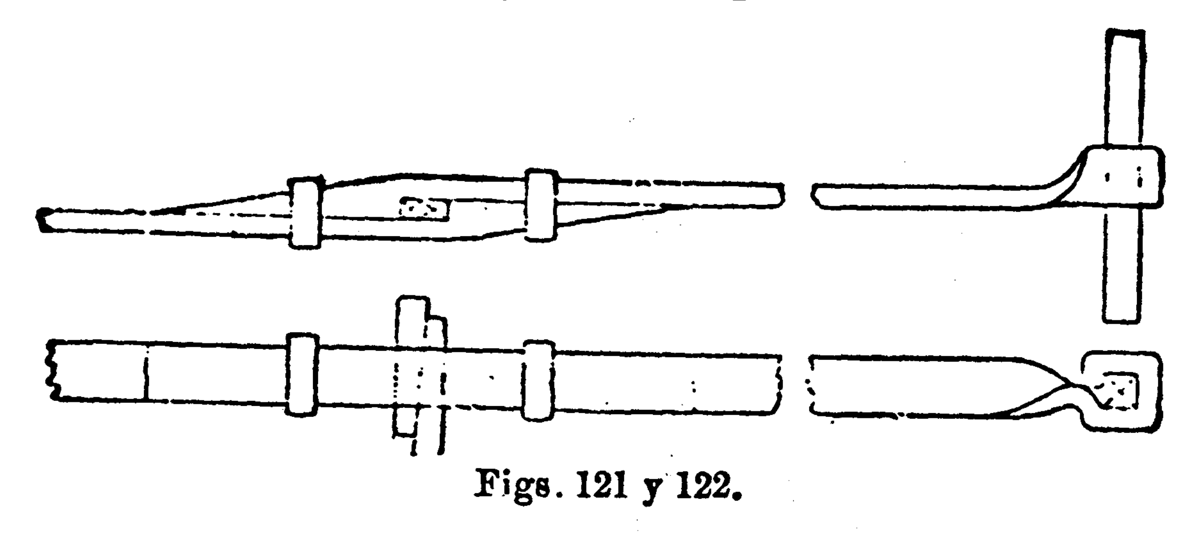
Fig. 120.

Ensamblajes con dobles cuñas.

ficio está adosado á otro ó entre dos medianerías, generalmente sólo se tienden cadenas entre los muros de fachada, de frente y posterior, pero es siempre preferible encadenar un edificio como si estuviera aislado. La cadena termina en un ojo (figs. 121 y 122), por el cual pasa un barrote de amarra que queda embebido en el muro. Se da á menudo al barrote la forma de una S, de una Y ó de una Z, para que interese una gran superficie del muro. En muchos casos las amarras quedan empotradas en el espesor de los muros (á una distancia de $0^m,05$ á $0^m,08$ del paramento exterior), para no perjudicar al buen aspecto de las fachadas. Se pueden también dejar los barrotes de amarra aparentes en los muros de fachada, lo cual aumenta la resistencia, y aun se puede sacar partido de ellos como motivo de decoración.

Los barrotes penetran las más de las veces verticalmente en un agujero de $0^m,40$ á $0^m,50$ de profundidad abierto en la fábrica, quedando á unos $0^m,10$ del paramento exterior.

En las fábricas de sillarejo, de mampostería ó de ladrillo, los



Figs. 121 y 122.

barrotes son cuadradillos de 30×30 mm. y de $0^m,50$ de longitud; se abre una caja en la fábrica para alojar el barrote, y se rellena después con mortero ó yeso. Para los muros de sille-

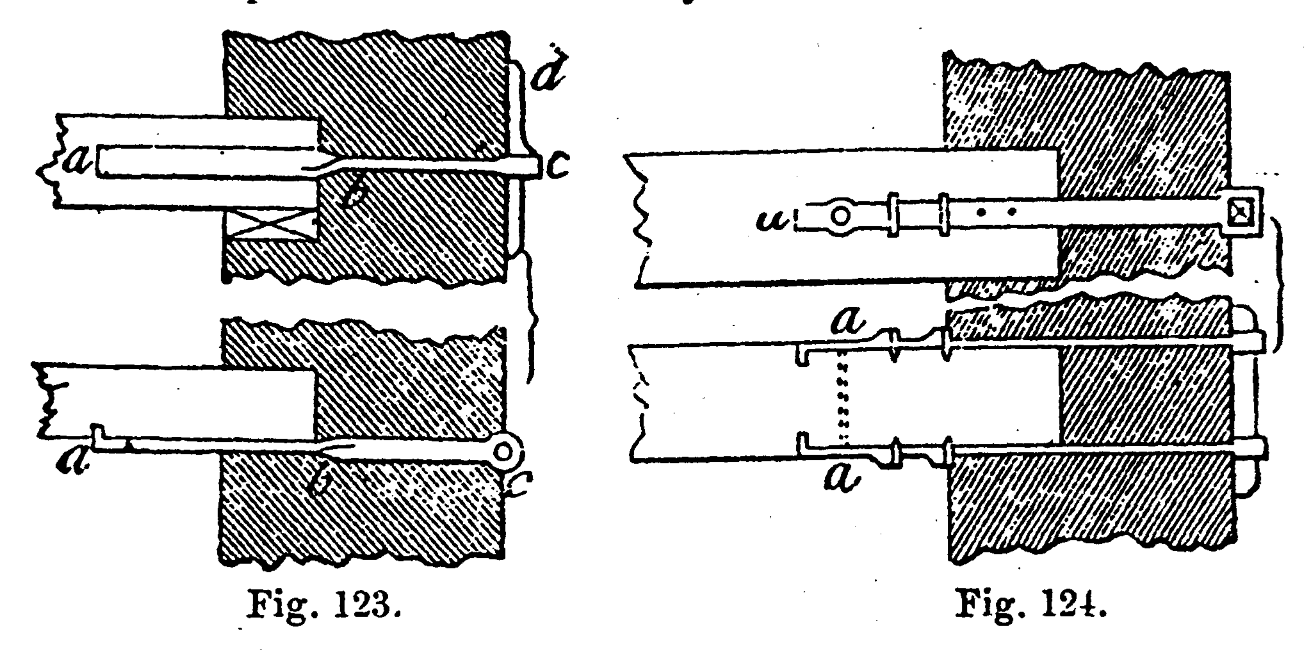


Fig. 123. Fig. 124.

ría se emplean hierros redondos de $0^m,03$ de diámetro, colocados en el eje del muro; en este caso se labra la caja necesaria, ya al construir el muro, ya después de construído, por medio del pico.

Es conveniente pintar al minio las cadenas y los herrajes de la amarra.

Se usan cadenas con sus amarras correspondientes en los ex-

tremos de las carreras, de los tabiques gruesos de entramado, á la altura de los pisos, en los extremos de los tirantes de las armaduras y de las hileras de los tejados.

Las barras de hierro de sección rectangular que se emplean tienen un ancho de 0^m,054 á 0^m,067 y un espesor de 0^m,013 á 0^m,015. Los hierros cuadrados tienen de 0^m,021 á 0^m,034 de lado en la sección.

Las figuras 123 y 124 muestran diversas aplicaciones del encadenado, con la disposición de las amarras.

Consolidación de los pisos de madera.—Como la madera se pudre pronto, es muchas veces necesario consolidar los pisos construídos con este material.

Mr. E. Barberot recomienda el siguiente medio de consolidación:

«Se descubre la vigueta defectuosa en su parte empotrada, se apuntala á unos 0^m,80 del muro y se hace un corte limpio de unos 0^m,30 en el techo, deteriorándolo lo menos posible.

»Estas viguetas suelen tener 0^m,065 á 0^m,075 de ancho; se emplea un hierro en ⊔ de 0^m,50 de longitud por 0^m,08 á 0^m,10 de ancho, según sea el de la vigueta, y atravesado de dos agujeros; se introduce la vigueta que se quiere consolidar en la caja de la ⊔, de modo que llene el canal; luego se fija al hierro la parte sana de la madera por medio de un tirafondo y se empotra la parte de hierro que debe reemplazar á la madera podrida. El hierro en ⊔ y el tirafondo quedan embebidos en el espesor del enlucido del cielo raso. Se cuida de pintarlos para evitar la oxidación».

Forjados. Entarimados y entablonados. Enlucidos de cielos rasos.—Las figuras 125 á 136 muestran cortes de diversos tipos de pisos de madera, con sus pavimentos, forjados y techos. Las figuras 125 y 127 representan un piso de madera

con entarimado asentado sobre durmientes que se apoyan en una capa de yeso; las viguetas son aparentes, y en los huecos ó entrecalles se construyen trozos de cielo raso.

La figura 126 representa un piso cuyo pavimento se apoya en una capa de yeso sostenida por un enlistonado continuo (de listones en contacto) y un cielo raso de enlistonado también

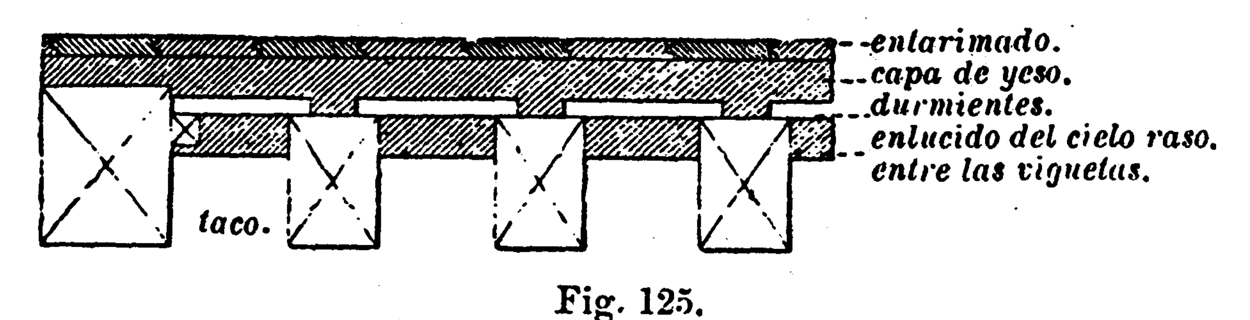


Fig. 125.

continuo; el piso queda hueco (en caso de que no sea inconveniente el ruido), como lo indica la figura 126, en las tres primeras viguetas, ó bien con forjado de yeso, según se ve en las dos últimas viguetas de la figura citada y en la 130.

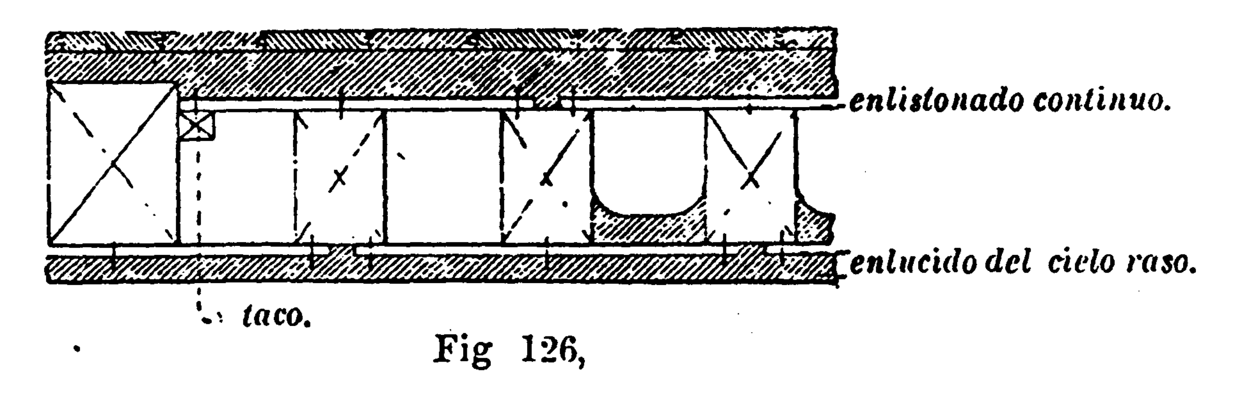


Fig 126,

En vez de emplear un forjado que llene los huecos entre las viguetas (figs. 128 y 129), puede bastar un enlistonado clavado á las caras inferiores de las viguetas, colocando encima una capa de yeso de mayor ó menor espesor.

Estas capas tienen su cara superior en forma de bóveda invertida; se hace cóncava dicha cara para aumentar la superficie de contacto con las viguetas, llenando de clavos las caras verticales de aquéllas ó rodeándolas de tomiza para aumentar la adherencia.

Se prepara en primer lugar el enlistonado inferior; se clavan

los clavos á las viguetas, y aplicando tablas al enlistonado por la cara de abajo, se vierte el yeso para formar una capa de $0^m,04$ á $0^m,05$, cuyo espesor se aumenta en los bordes. El enlistonado superior y la capa de yeso del pavimento se hacen después. En los locales habitados se cubre el enlistonado inferior con un revoque de yeso, aplicándolo con la talocha, y se termina el cielo raso con un enlucido; el espesor total es de unos $0^m,03$. El cielo raso se hace al mismo tiempo que los enlucidos del interior.

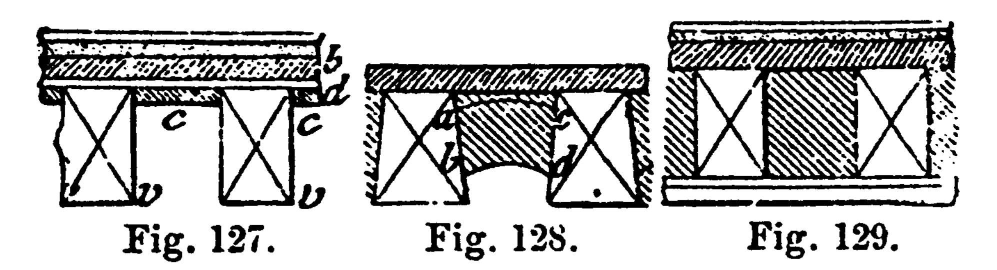


Fig. 127. Fig. 128. Fig. 129.

El entarimado, en estos dos ejemplos, se halla colocado directamente sobre una capa de yeso de $0^m,04$ á $0^m,05$ de espesor; pero más frecuentemente se clava sobre durmientes de roble de $0^m,034$ á $0^m,041$ por $0^m,08$, clavados á su vez á las viguetas. Las figuras 135 y 136 dan los detalles de esta construcción.

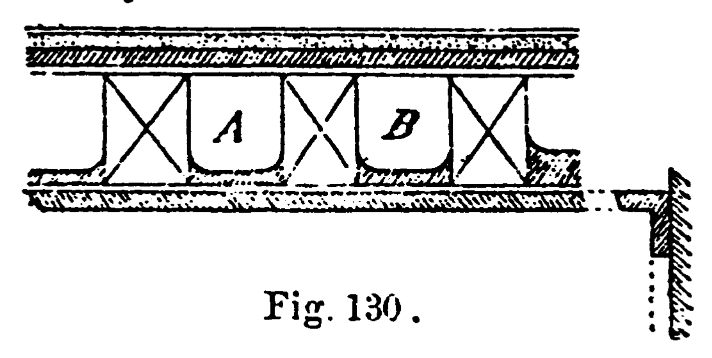


Fig. 130.

En el caso representado á la izquierda en la figura 126, se han clavado á las viguetas tacos ó listones de unos 4 centímetros de lado. Se fija el enlistonado á las caras inferiores de las viguetas y se termina el cielo raso con forjado ó sin él.

Se colocan sobre los tacos listones ó tablas viejas de una longitud igual á la distancia entre las viguetas, y se hace un forjado de yeso ó de mortero; encima se coloca el entarimado ó el embaldosado.

Peso por metro cuadrado de diversos tipos de pisos de madera [1].

TIPOS DE PISOS	PESO EN KILOGRAMOS POR METRO CUADRADO á 0m,50	á 0m,90		á 1m,20	
	Viguetas de 8 × 22	Viguetas de 20 × 25	Viguetas de 25 × 30	Viguetas de 20 × 25	Viguetas de 25 × 30
Entarimado ó entablonado sobre viguetas (fig. 131). *Vigueta.*	Pino. 38 kg.	Pino. 45 kg.	Pino 56 kg.	Pino. 41 kg.	Pino. 48 kg.
	Roble. 57 kg.	Roble. 60 kg.	Roble. 80 kg	Roble. 55 kg.	Roble. 65 kg.
Entarimado ó entablonado con viguetas aparentes, con enlistonado y molduras (fig. 132). *Techo. Molduras*	Pino. 47 kg.	Pino. 92 kg.	Pino. 115 kg.	Pino. 85 kg.	Pino. 105 kg.
	Roble 80 kg	Roble. 122 kg.	Roble. 142 kg.	Roble. 112 kg	Roble. 132 kg.
Entarimado ó entablonado con viguetas aparentes, con enlistonado y forjado general de yeso (figura 133). *Yeso. Techo.*	»	280 kg	330 kg.	305 kg.	375 kg.
Entablonado sobre capa de yesones ó de arcilla batida sobre enlistonado. Fig. 134.	»	200 kg.	230 kg.	200 kg.	210 kg.

[1] Este cuadro, debido á T. Seyrig, ha sido reproducido por E. Barberot en su obra *Constructions civiles*. Se debe añadir á las cifras consignadas la sobrecarga que corresponde en cada caso.

Cargas variables ó sobrecargas de los pisos.

Para locales habitados, 150 kilogramos por metro cuadrado.
Para salas de baile, 400 íd. íd.
Para almacenes de forraje, 400 íd. íd.
Para graneros, 460 íd. íd.
Para almacenes de mercancías, 760 íd. íd.
Para almacenes de sal, 600 íd. íd.
Para almacenes de papel, 400 íd. íd.
Para salas públicas de reunión, 400 íd. íd.

Escuadrías de las piezas de madera para pisos.— Bullet indica las siguientes escuadrías:

Vigas maestras de $3^{m},90$: $0^{m},27$ de ancho por $0^{m},32$ de altura.
Vigas maestras de $4^{m},87$: $0^{m},30$ de ancho por $0^{m},36$ de altura.
Vigas maestras de $5^{m},85$: $0^{m},33$ de ancho por $0^{m},40$ de altura.
Vigas maestras de $6^{m},82$: $0^{m},35$ de ancho por $0^{m},44$ de altura.
Vigas maestras de $7^{m},80$: $0^{m},37$ de ancho por $0^{m},48$ de altura.

Viguetas escuadradas á sierra de $2^{m},92$ á $4^{m},87$ (separación según la carga), $0^{m},14$ de ancho por $0^{m},19$ de altura.

Viguetas escuadradas á sierra de $5^{m},85$ (separación según la carga), $0^{m},25$ de ancho por $0^{m},25$ de altura.

Viguetas escuadradas á sierra de $7^{m},80$ á $8^{m},12$ (separación según la carga), $0^{m},24$ de ancho por $0^{m},27$ de altura.

Viguetas escuadradas á sierra de $8^{m},77$ (separación según la carga), $0^{m},27$ de ancho por $0^{m},30$ de altura.

Viguetas desbastadas de raja de $2^{m},92$ á $4^{m},87$ (separación según la carga), $0^{m},14$ de ancho por $0^{m},19$ de altura.

Pisos especiales.—Los pisos del sistema Serlio (fig. 137) son aquellos en que las viguetas principales son maderos cojos, es decir, que forman grandes divisiones rectangulares, apoyándose en los muros por un extremo y sosteniéndose mutuamente

por el otro. Estos pisos sirven para subsanar la falta de longitud de las piezas.

La figura 138 representa un *piso circular*, que comprende tres vigas principales cojas, empotradas por un extremo en el muro y

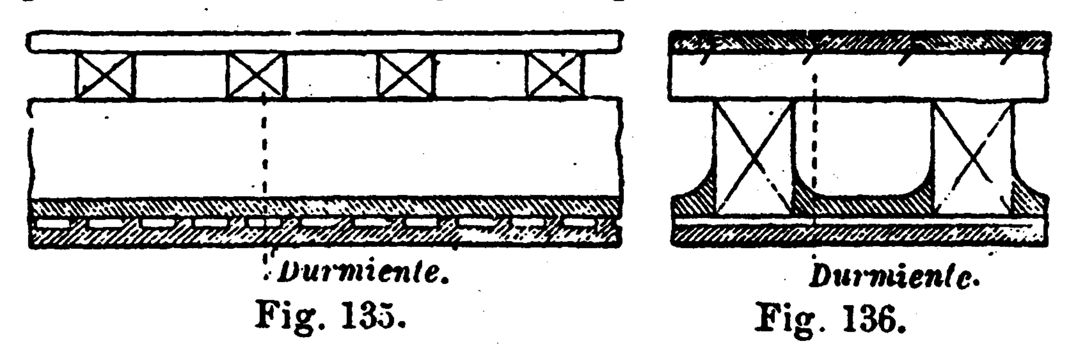


Fig. 135. Fig. 136.

ensambladas entre sí hacia los puntos medios de su longitud. En cada compartimiento, las viguetas de relleno son paralelas á una de las principales.

El piso indicado en la figura 139 ofrece el aspecto de un conjunto de casetones cuadrados. Todas las viguetas son iguales, salvo las que completan el sistema en el contacto con los muros. Cada vigueta está sostenida por sus dos extremos en rebajos abiertos en otras dos, y sirve de apoyo á otras dos viguetas, cuyos extremos descansan en las entalladuras que lleva ella misma.

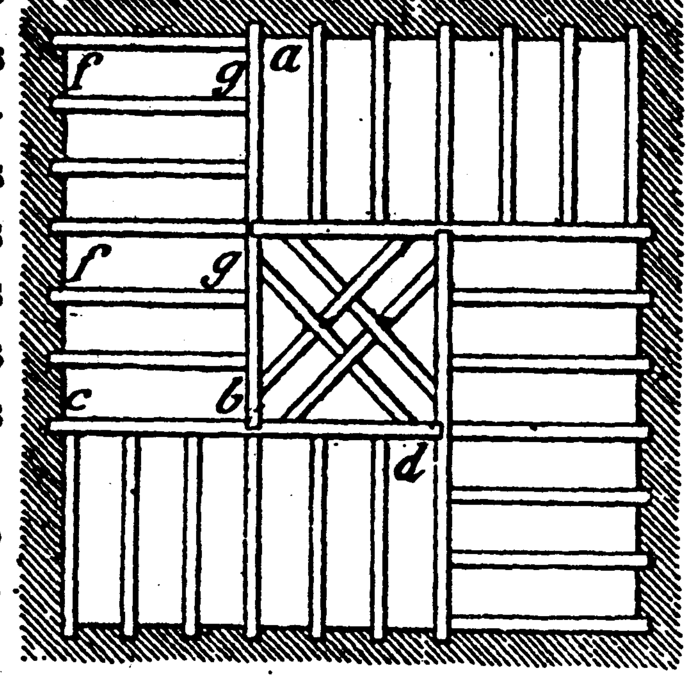


Fig. 137.

Se puede construir un piso sin emplear más que maderos cojos, lo cual permite utilizar piezas relativamente cortas. Las viguetas están empotradas en los muros por uno de sus extremos (fig. 140). A causa de la oblicuidad de los ensamblajes se consolidan por medio de pernos.

Se llaman pisos de compartimientos los compuestos de viguetas que forman dibujos variados. La figura 141 representa la

mitad de un piso de compartimientos. Se colocan en los ángulos y á 45° vigas principales. A medida que se van acercando al centro, las escuadrías de las piezas disminuyen.

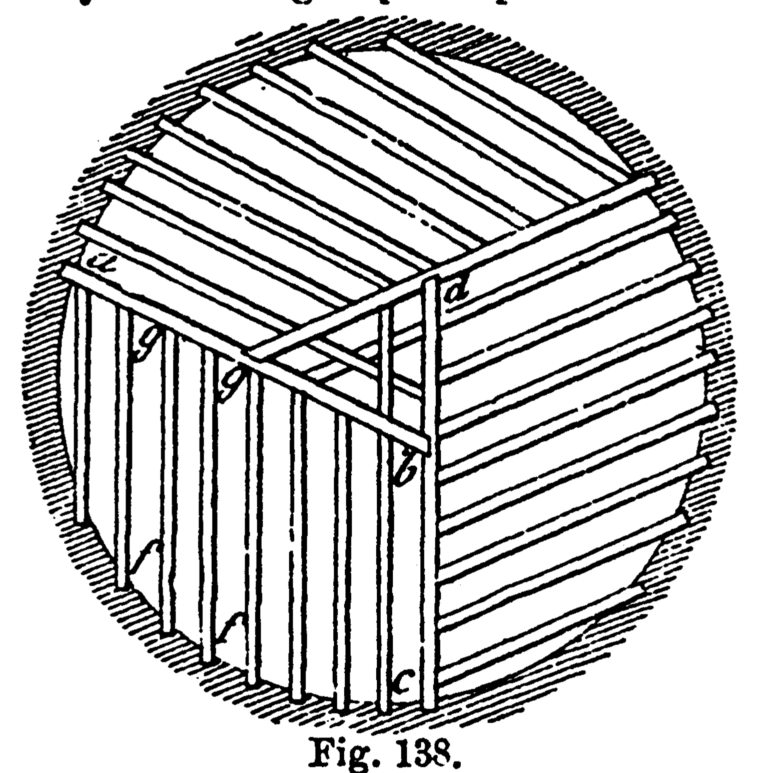


Fig. 138.

Se construyen también pisos llamados *poligonales*. En éstos, los ejes de las piezas forman ordinariamente polígonos regulares (figuras 142 y 142 *bis*). A medida que las viguetas se acercan al centro disminuye su escuadría, lo mismo que su separación.

Indicaremos, finalmente, los pisos radiales, en que las viguetas están dispuestas según radios, apoyándose todas en una clave central.

Resistencia de los postes y de las viguetas de madera.—Para facilitar las aplicaciones de las piezas de madera á

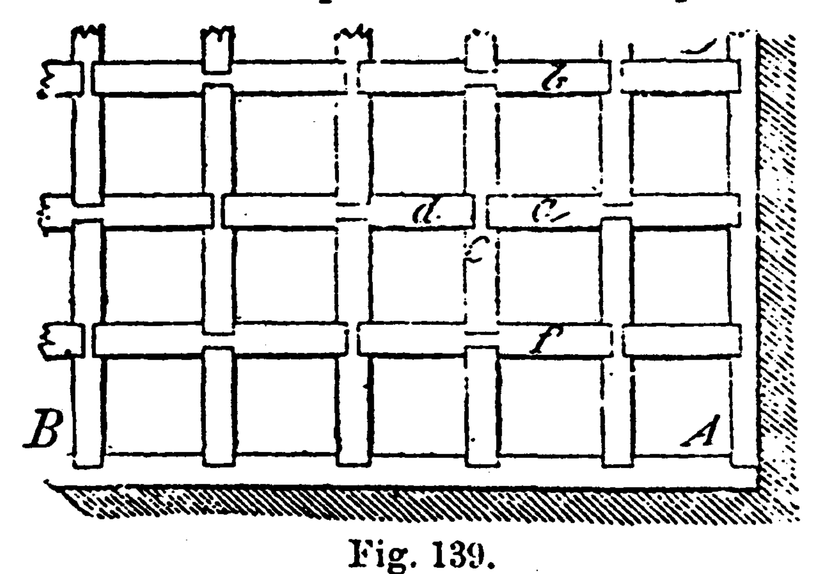


Fig. 139.

la construcción damos á continuación dos cuadros que se refieren, el primero á las piezas sometidas á compresión y el segundo al caso de la flexión en las vigas y viguetas de los pisos.

Cuadro de las cargas de los postes de madera por centímetro cuadrado.

$\frac{l}{c}$ = *relación de la altura del poste al lado menor de su sección.*

Postes no empotrados. $\frac{l}{c}$	Postes doblemente empotrados. $\frac{l}{c}$	CARGAS DE LOS POSTES CALCULADAS CON LOS COEFICIENTES		
		60 kilogramos por centímetro cuadrado.	50 kilogramos por centímetro cuadrado.	40 kilogramos por centímetro cuadrado.
5	10	52k,17	43k,48	34k,79
6	12	49 ,33	41 ,11	32 ,89
7	14	46 ,36	38 ,64	30 ,92
8	16	43 ,34	36 ,12	28 ,90
9	18	40 ,36	33 ,64	26 ,92
10	20	37 ,50	31 ,25	25 ,00
11	22	34 ,75	28 ,96	23 ,17
12	24	32 ,18	26 ,82	21 ,46
13	26	29 ,68	24 ,82	19 ,96
14	28	27 ,56	22 ,97	18 ,36
15	30	25 ,51	21 ,26	17 ,01
16	32	23 ,65	19 ,71	15 ,77
17	34	21 ,93	18 ,28	14 ,63
18	36	20 ,37	16 ,98	13 ,59
19	38	18 ,96	15 ,80	12 ,64
20	40	17 ,64	14 ,70	11 ,76
21	42	16 ,45	13 ,71	10 ,97
22	44	15 ,34	12 ,79	10 ,24
23	46	14 ,36	11 ,97	9 ,58
24	48	13 ,44	11 ,20	8 ,96
25	50	12 ,62	10 ,52	8 ,42
26	52	11 ,85	9 ,88	7 ,91
27	54	11 ,16	9 ,30	7 ,44
28	56	10 ,51	8 ,76	7 ,01
29	58	9 ,91	8 ,26	6 ,61
30	60	9 ,36	7 ,80	6 ,24

NOTA.—La carga práctica de un poste de madera de sección cuadrada se obtiene multiplicando la carga por centímetro cuadrado que se encuentra en el cuadro precedente por la sección transversal del poste expresada en centímetros cuadrados.

Cuadro de las cargas medias de flexión de las vigas y viguetas de madera por centímetro cuadrado de sus secciones transversales.

$\frac{l}{h}$ = *relación de la luz de la viga á su altura.*

Relación $\frac{l}{h}$ de la luz de la viga á su altura.	CARGA DE FLEXIÓN Q POR CENTÍMETRO CUADRADO CON LOS COEFICIENTES			Relación $\frac{l}{h}$ de la luz de la viga á su altura.	CARGA DE FLEXIÓN Q POR CENTÍMETRO CUADRADO CON LOS COEFICIENTES		
	60 kil. por centm. cuad.	50 kil. por centm. cuad.	40 kil. por centm. cuad.		60 kil. por centm. cuad	50 kil. por centm. cuad.	40 kil. por centm. cuad.
8	10^{k},00	8^{k},33	6^{k},66	25	3^{k},20	2^{k},66	2^{k},13
9	8 ,88	7 ,84	6 ,28	26	3 ,07	2 ,36	2 ,04
10	8 ,00	6 ,66	5 ,33	27	2 ,96	2 ,46	1 ,97
11	7 ,27	6 ,06	4 ,84	28	2 ,85	2 ,37	1 ,90
12	6 ,66	5 .55	4 ,44	29	2 ,75	2 ,29	1 ,83
13	6 ,15	5 ,12	4 ,10	30	2 ,66	2 ,22	1 ,77
14	6 ,71	4 ,76	3 ,80	31	2 ,58	2 ,15	1 ,72
15	5 ,33	4 ,44	3 ,55	32	2 ,50	2 ,08	1 ,66
16	5 ,00	4 ,16	3 ,33	33	2 ,42	2 ,01	1 ,61
17	4 ,70	3 ,91	3 ,13	34	2 ,35	1 ,96	1 ,56
18	4 ,44	3 ,70	2 ,96	35	2 ,29	1 ,91	1 ,52
19	4 ,21	3 ,51	2 ,80	36	2 ,22	1 ,85	1 ,48
20	4 ,00	3 ,33	2 ,66	37	2 ,16	1 ,80	1 ,44
21	3 ,81	3 ,17	2 ,54	38	2 ,10	1 ,75	1 ,40
22	3 ,63	3 ,02	2 ,42	39	2 ,05	1 ,70	1 ,36
23	3 ,47	2 ,89	2 ,31	40	2 ,00	1 ,66	1 ,33
24	3 ,33	2 ,77	2 ,22				

NOTA.—Multiplicando la carga media de flexión dada en el cuadro precedente por la sección de una viga expresada en centímetros cuadrados se obtiene la carga total, uniformemente repartida, que puede soportar la viga.

El primero, que da á conocer la carga por centímetro cuadrado de un poste de sección cuadrada, dada la longitud y el lado de la

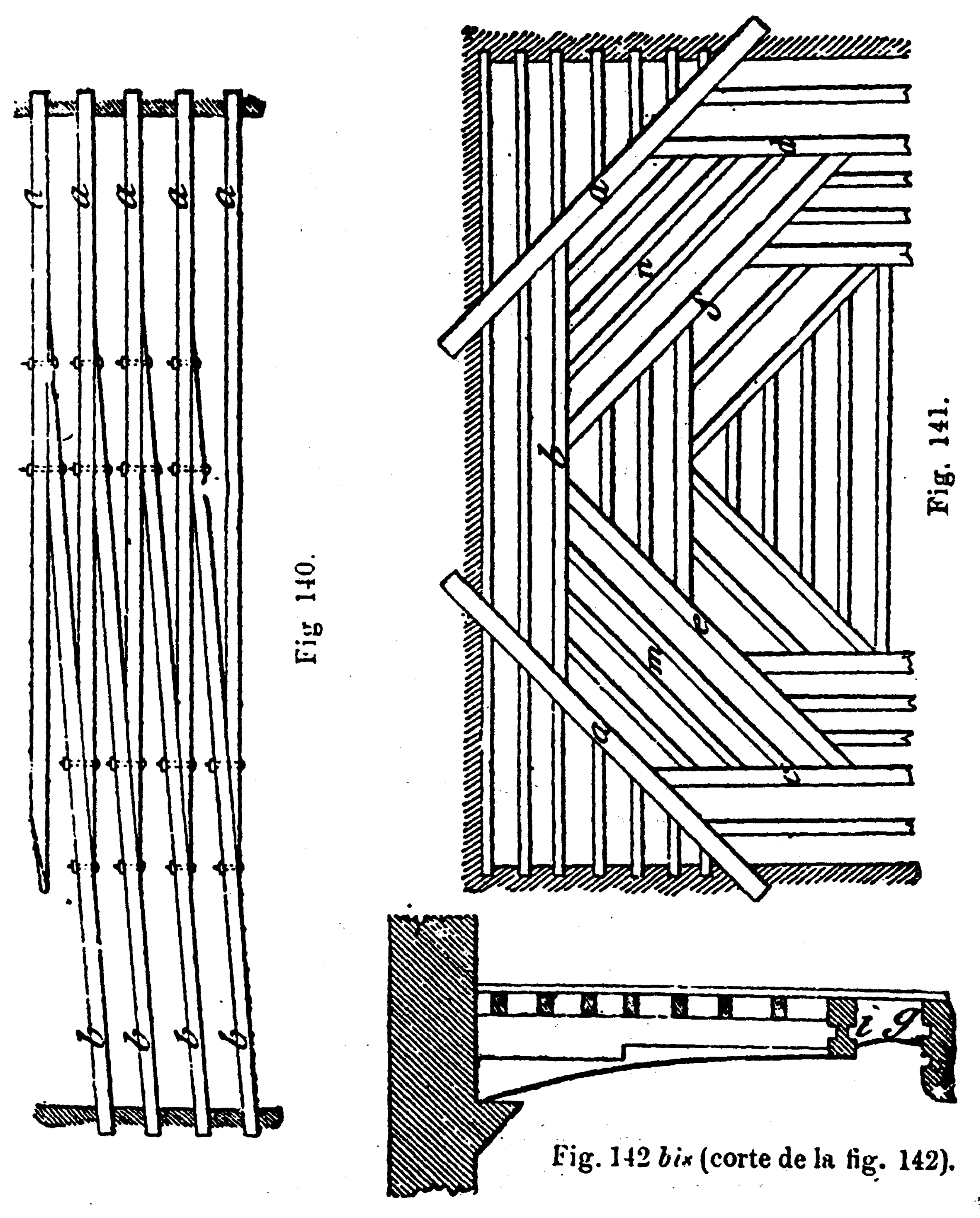


Fig. 142 *bis* (corte de la fig. 142).

sección, es aplicable también al caso de las piezas de sección rectangular, y además se consignan los resultados correspondientes: 1.°, á los postes empotrados ó cuyos extremos están sólidamente

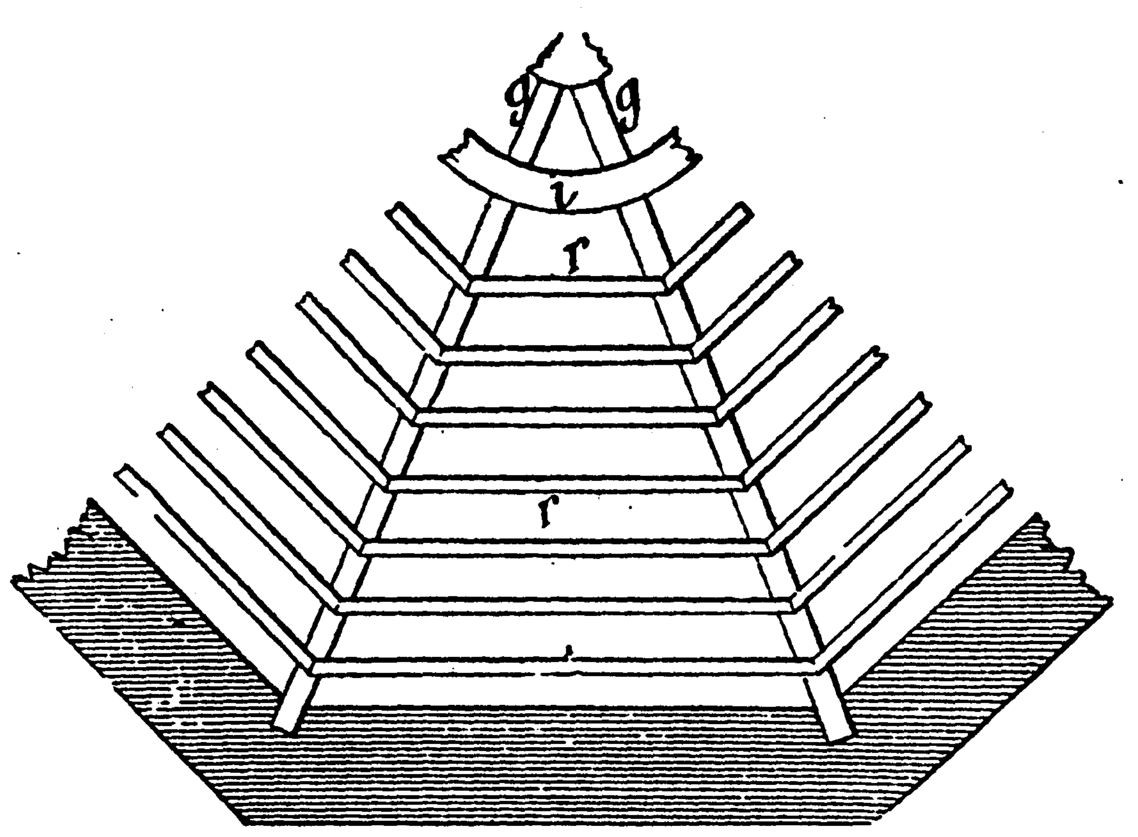


Fig. 142.

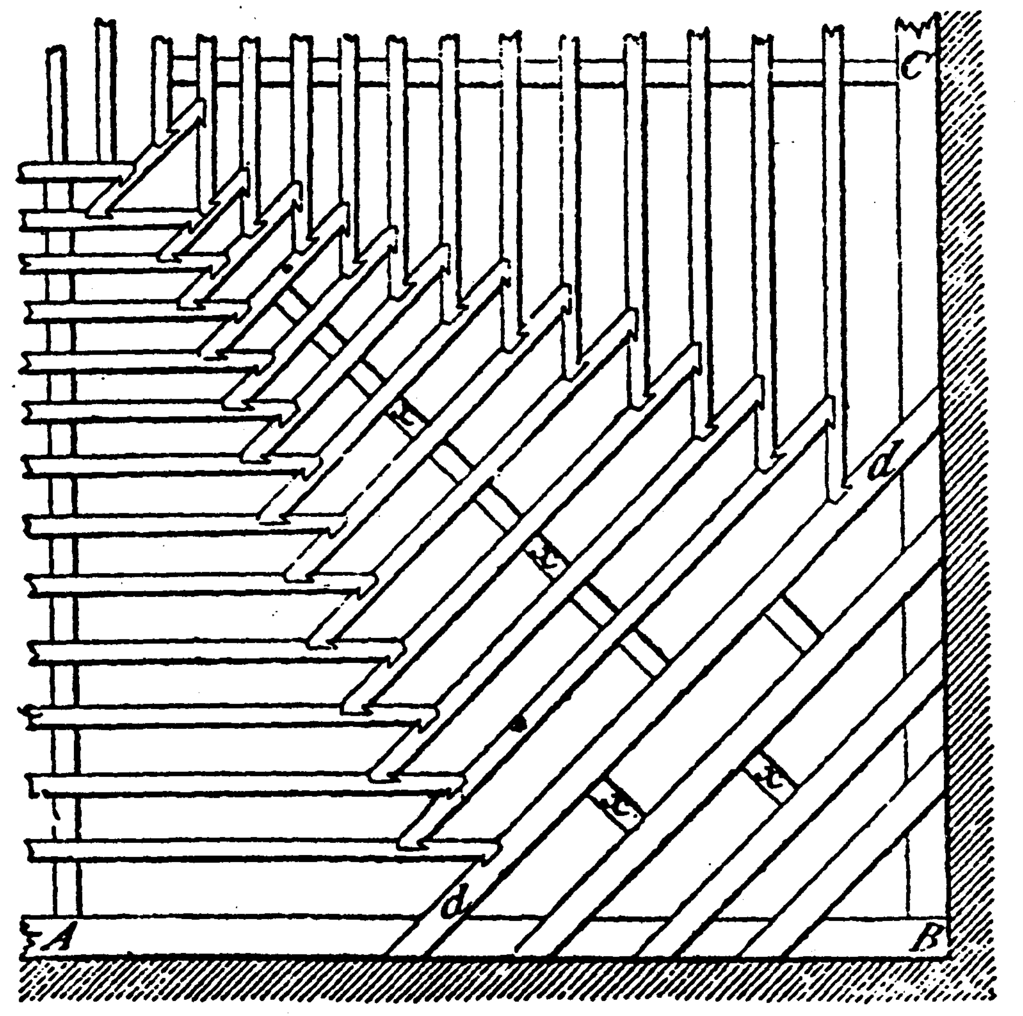


Fig. 143.

sujetos; 2.°, á los postes no empotrados, es decir, á las piezas cuyas extremidades no están fijadas de un modo rígido.

Prácticamente se considera un poste como empotrado por sus dos extremos cuando éstos están perfectamente labrados y ajustados á los apoyos, de modo que no puedan girar. Si los dos extremos están redondeados, permitiendo el giro, se dice que el poste no está empotrado. Si uno de los extremos es redondeado y el otro perfectamente fijo, se considera como semiempotrado. La resistencia de un poste empotrado es sensiblemente mayor que el de otro de iguales condiciones no empotrado.

Las ventajas del empotramiento pueden resumirse así: 1.°, para dos postes de igual sección é igualmente cargados, la altura del poste empotrado en sus dos extremos puede ser doble de la del poste no empotrado; 2.°, para el poste con un solo empotramiento, y á igualdad de carga, la altura está comprendida entre las correspondientes á los postes empotrados por sus dos extremos y los que no están empotrados por ninguno. Esta altura es igual á la del poste no empotrado multiplicada por 1,4.

En el primero de los cuadros precedentes, las dos primeras columnas designan la razón de la longitud del poste cuadrado al lado de su sección, ó la de la longitud al lado menor de la sección transversal, si ésta es rectangular. Las tres últimas columnas dan las cargas por centímetro cuadrado de sección de los postes, calculadas con los coeficientes 60, 50 y 40 kilogramos por centímetro cuadrado.

Distribución económica de las vigas maestras y de las viguetas en un piso de madera [1].—*Pisos de piezas en contacto.*—Si se trata de un piso rectangular, constituído por piezas en contacto, la experiencia más elemental enseña que hay economía en colocarlas en el sentido de la menor dimensión del

[1] Véase el tomo VI, *Distribución económica de las viguetas en un piso metálico*

piso, lo cual conduce á la disposición B de la figura 144. Es interesante averiguar qué economía se puede realizar colocando así las piezas en el sentido del ancho del piso, comparando esta disposición con la A de la misma figura, donde se ven las piezas en contacto colocadas paralelamente al lado mayor del rectángulo.

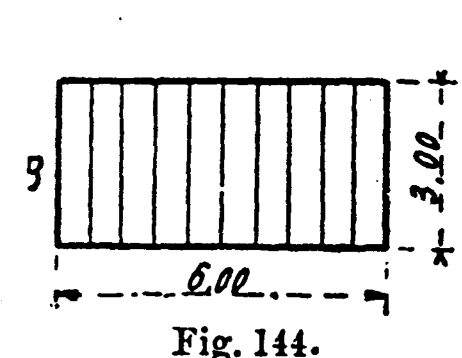


Fig. 144.

El cálculo demuestra que los espesores de los dos pisos, suponiendo que sostengan la misma carga por metro cuadrado, son directamente proporcionales á los lados del rectángulo paralelos á la dirección de los piezas. Un ejemplo numérico pondrá de manifiesto esta sencilla ley. Supongamos que se trata de sostener una carga de 500 kilogramos por metro cuadrado por medio de un piso constituído por viguetas de pino en contacto; ¿qué espesor se debe asignar al piso?

Admitiendo para la madera de pino un coeficiente de seguridad igual á 60 kilogramos por centímetro cuadrado, y calculando el piso con la disposición B de la figura, siendo 3 metros la luz de las viguetas, igual á la menor dimensión de la planta del piso, se encuentra que el espesor de los tablones debe ser $0^m,075$.

Para el piso conforme á la disposición A de la misma figura, en que las viguetas están colocadas en el sentido de la mayor dimensión del rectángulo (6 metros), el cálculo da como espesor del piso $0^m,150$, es decir, un espesor doble. Así, para este segundo piso, que puede soportar, como el primero, 500 kilogramos por metro cuadrado, el gasto es doble.

Haremos observar que es menester guardarse de componer este espesor doble superponiendo dos capas de tablones de 75 milímetros para obtener el espesor total de 150 milímetros. No se obtendría de este modo una resistencia doble, porque los tablones cederían separadamente bajo la acción de la carga y sus resis-

tencias no se sumarían. Para obtener mayor resistencia sería preciso que los dos tablones estuvieran unidos por pernos, de modo que constituyesen una sola pieza; sólo así se podría admitir que la flexión del conjunto de las piezas es equivalente á la de una pieza única de las mismas dimensiones.

Piso de planta cuadrada.—Consideremos un piso de planta cuadrada de 5 metros de lado. Se puede formar este piso por medio de viguetas iguales al lado del cuadrado y equidistantes, ó bien con una viga maestra que divida el espacio en dos rectángulos iguales y viguetas que se apoyen en esta viga por un extremo y por el otro en los muros. Esta segunda disposición dará lugar á una economía respecto al sistema en que las viguetas tienen una luz igual al lado del cuadrado.

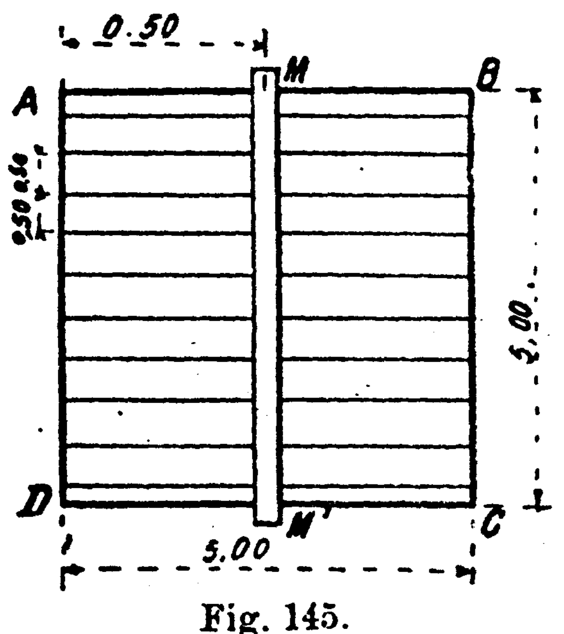


Fig. 145.

Para fijar las ideas, admitamos una carga de 500 kilogramos por metro cuadrado.

Primera solución.—Comprende una viga maestra MM' (figura 145) y viguetas en la dirección AB, equidistantes y separadas entre sí $0^m,50$ de eje á eje. Como la viga maestra MM' sostiene á derecha é izquierda los extremos de las viguetas, cuyos extremos opuestos se apoyan en los muros, resulta que dicha viga soporta la mitad del peso que corresponde al piso cuadrado ABCD. Pero este peso, á razón de 500 kilogramos por metro cuadrado, es

$$5^m,00 \times 5^m,00 \times 500 = 12.500 \text{ kilogramos},$$

cuya mitad, 6.250 kilogramos, se puede suponer uniformemente repartida á lo largo de MM'. Según esto, si se calcula la sección transversal de la viga, se encuentra una escuadría de $0^m,43 \times 0^m,215$, admitiendo que la altura de la sección sea doble de la dimensión horizontal.

El volumen de esta viga, con una longitud de 5 metros, aumentada en $0^m,50$ para las entregas en los muros, en los apoyos M y M' es:

$$5^m,50 \times 0^m,43 \times 0^m,215 = 0^{m^3},508.$$

Calculemos el volumen de las viguetas.

Admitamos que su separación de eje á eje sea dè $0^m,50$, que haya 10 viguetas y por consiguiente nueve espacios intermedios; resulta:

$$0^m,50 \times 9 = 4^m,50$$

más $0^m,25$ á cada extremo, $0^m,50$

Total, $AD = 5^m,00$.

Según la figura 144, la carga de cada vigueta es, á razón de 500 kilogramos por metro cuadrado (siendo la longitud $2^m,50$),

$$0^m,50 \times 2^m,50 \times 500 = 625 \text{ kilogramos.}$$

Se deduce para la escuadría de esta vigueta

$$0^m,16 \times 0^m,08 \text{ próximamente,}$$

admitiendo que la altura sea doble de la base (las mismas proporciones aceptadas para la viga maestra MM').

Según esto, la longitud de cada una de las 18 viguetas es $2^m,90$, incluyendo los extremos empotrados de $0^m,20$ cada uno; el volumen total de las viguetas es:

$$2^m,90 \times 0^m,16 \times 0^m,08 \times 18 = 0^{m^3},668.$$

Volumen que, añadido al de la viga maestra MM', da como total para el piso:

$$0^{m^3},508$$
$$0^{m^3},668$$
$$1^{m^3},176.$$

Comparemos este gasto con el que se obtiene componiendo el piso por medio de viguetas iguales y equidistantes de 5 metros de luz.

Admitamos que la separación de las viguetas sea de 0^m,50, que haya 10 viguetas y por lo tanto nueve espacios intermedios; resultará:

$$0^m,50 \times 9 = 4^m,50$$

más 0^m,50 para los dos extremos, 0^m,50

$$5^m,00.$$

Cada vigueta soporta la carga:

$$0^m,50 \times 5^m \times 500 = 1.250 \text{ kilogramos.}$$

Resulta de aquí, aplicando las fórmulas conocidas (con el coeficiente de resistencia de 60 kilogramos por centímetro cuadrado), que la escuadría de las viguetas será:

$$0^m,25 \times 0^m,125.$$

El cubo de las 10 viguetas (contando 0^m,40 de longitud para los extremos empotrados en los muros) es:

$$5^m,40 \times 0^m,25 \times 0^m,12 \times 10 = 1^{m3},667.$$

Este valor es mayor que el hallado anteriormente para el piso con una viga maestra intermedia de 5 metros de luz y viguetas de 2^m,50, cuyo volumen total era 1^{m3},176. El gasto de este piso con viga maestra es próximamente 0,7 del segundo que hemos considerado, compuesto de viguetas de 5 metros de luz.

Costo de un piso constituído por medio de viguetas equidistantes. Consideraciones económicas.—Se sabe que, para una luz dada, el costo es tanto menor cuanto mayores son las escuadrías. El gasto es también tanto menor cuanto mayor es la altura de las viguetas relativamente á la base ó ancho.

Es importante evitar que las viguetas se alabeen, es decir, que se deformen transversalmente. A menudo se adopta para la sección de las viguetas una altura doble del ancho. Para una pieza aislada se puede admitir una base igual á los dos tercios de la altura y aun igual á la altura de la viga.

Para una luz dada se sabe que hay economía en adoptar vigas

de madera de la mayor escuadría posible. Esta regla sólo tiene un límite en el caso de grandes luces, porque las piezas de mucha longitud y gran escuadría son raras y costosas. Así es que, cuando las cargas y las luces son excepcionales, es indispensable aproximar las viguetas para disminuir su sección transversal. Se aumenta así el cubo total de madera, pero el aumento queda compensado por la disminución del costo al evitar las piezas de dimensiones extraordinarias.

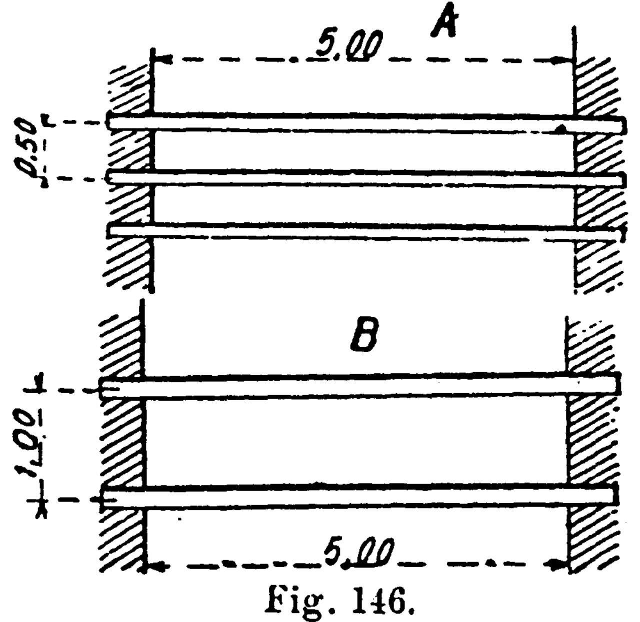


Fig. 146.

Un ejemplo numérico evidenciará las afirmaciones precedentes.

Supongamos que se trate de construir un piso de pino de 5 metros de luz para un taller por medio de viguetas rectangulares equidistantes, siendo la carga de 500 kilogramos por metro cuadrado y sosteniendo las viguetas directamente un entablonado.

Adoptemos como primera solución A (fig. 146) viguetas distantes $0^m,50$ de eje á eje.

Cada vigueta soporta una parte de piso cuya área es:

$$5^m \times 0^m,50 = 2^{m^2},50.$$

que, á razón de 500 kilogramos por metro cuadrado, da para la carga uniformemente repartida en la vigueta:

$$5^m \times 0^m,50 \times 500^k = 1.250 \text{ kilogramos.}$$

Por consiguiente, si se admite para el perfil de la vigueta un rectángulo de altura doble de la base, el cálculo enseña que, admitiendo para coeficiente del trabajo de la madera 60 kilogramos por centímetro cuadrado, la escuadría de cada vigueta será de $0^m,25 \times 0^m,125$.

Resulta que el volumen ó el coste de una vigueta de $5^m,40$ de

longitud (incluyendo $0^m,40$ para los extremos empotrados en los muros) será:

$$5^m,40 \times 0^m,25 \times 0^m,125 = 0^{m3},16875.$$

Pero una vigueta sostiene una fracción del piso igual á

$$5^m,00 \times 0^m,50 = 2^{m2},5;$$

luego el volumen por metro cuadrado de piso es:

$$\frac{0^{m3},16875}{2^{m2},5} = 0^{m3},067;$$

es decir, 67 decímetros cúbicos de madera.

Segunda solución.—Comparemos esta primera solución con la solución B de la figura 146, donde se ve que la separación de las viguetas se ha duplicado, llegando hasta 1 metro. En este caso, la parte de piso que insiste sobre cada vigueta es

$$5^m \times 1^m = 5^{m2},50,$$

y la carga correspondiente de la vigueta

$$5 \times 1 \times 500 = 2.500 \text{ kilogramos.}$$

El cálculo da para escuadría de la vigueta (admitiendo una sección rectangular en que la altura es doble de la base):

$$0^m,315 \times 0^m,1575.$$

El volumen de esta vigueta, cuya longitud es $5^m,40$ (incluyendo $0^m,40$ para los extremos empotrados en el muro), será:

$$5^m,40 \times 0^m,315 \times 0^m,1575 = 0^{m3},26775.$$

Este es el cubo de una vigueta que sostiene una fracción del piso de

$$1^m \times 5^m = 5^{m2};$$

luego el volumen por metro cuadrado de piso es:

$$\frac{0^{m3},26775}{5} = 0^{m3},05355.$$

Se ha encontrado para el primer piso de viguetas, con $0^m,50$ de

separación, un volumen de $0^{m3},067$ por metro cuadrado. El costo ha disminuído en la relación

$$\frac{0,05355}{0,067} = 0,8 \text{ próximamente.}$$

Así, duplicando la separación de las viguetas, el gasto se reduce á las ocho décimas partes. Pero hay que tener en cuenta que las piezas de $0^m,315 \times 0^m,1575$, con una longitud de $5^m,40$, pueden ser de un precio más elevado, por metro cúbico, que las de igual longitud y escuadría de

$$0^m,25 \times 0^m,125.$$

En la práctica es preciso, por consiguiente, tener en cuenta esta circunstancia.

ARMADURAS DE MADERA (1)

Armaduras de madera.—Una armadura es el conjunto de entramados que constituyen el armazón destinado á sostener la cubierta ó tejado de un edificio.

Un tejado forma ordinariamente dos vertientes ó planos inclinados en sentido contrario (fig. 154), que se cortan según una arista llamada *caballete*. En los edificios de planta rectangular, el caballete es paralelo á la longitud ó dimensión mayor del rectángulo; resultando un trozo más ó menos largo de caballete, aun cuando exista una tercera vertiente (*faldón* ó *peto*), como en la figura 147. Cuando las vertientes se prolongan hasta los muros late-

(1) Conviene fijar el sentido preciso que atribuímos á ciertos términos que hemos de usar con frecuencia.

Armadura es el conjunto de piezas de madera ó hierro destinadas á sostener el tejado de un edificio. Las *cerchas* son entramados verticales que constituyen los principales puntos de apoyo de la armadura, desempeñando un papel análogo al de las vigas maestras en los pisos

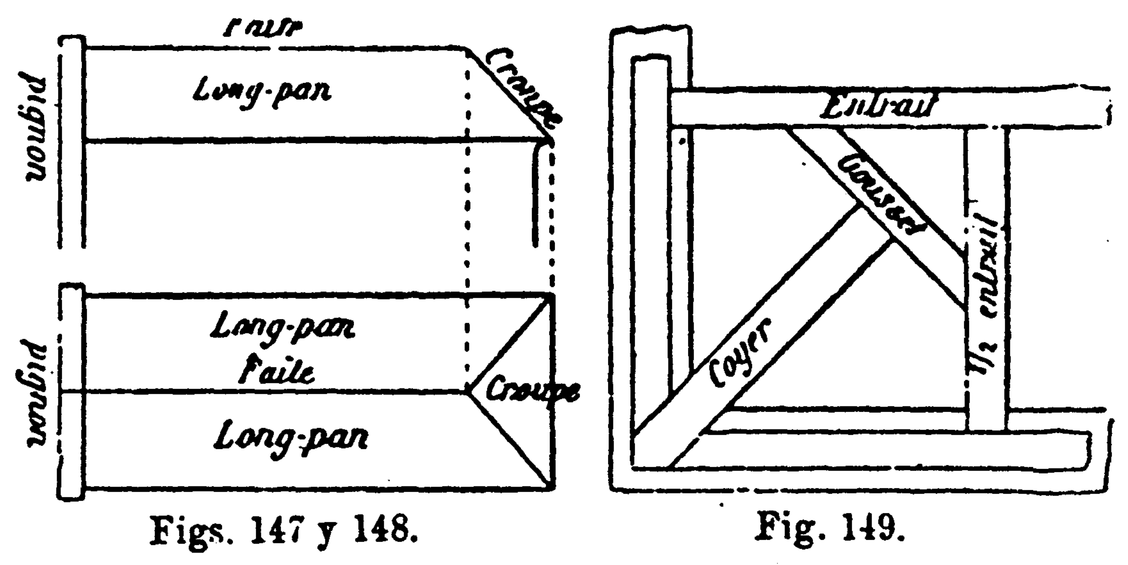
Tejado ó *cubierta* es la superficie impermeable que limita un edificio por su parte superior y lo protege contra las acciones atmosféricas.

Techumbre es el conjunto de la armadura y de la cubierta.

(*N. del T.*)

rales, éstos terminan en frontones triangulares llamados *piñones*. Si las dos vertientes paralelas á los lados mayores del rectángulo de la planta se cortan por otras vertientes paralelas á los lados menores, éstas reciben el nombre de *faldones* ó *petos*.

Cuando el edificio es de planta cuadrada, las vertientes y los faldones se cortan en un mismo punto, que es el vértice de una pirámide regular; hay tantas vertientes como lados y resulta un tejado de los llamados en *pabellón* (figs. 150, 151 y 152).



Figs. 147 y 148. Fig. 149.

EXPLICACIÓN: *Pignon*, piñón ó frontón.—*Faite*, caballete.—*Long pan*, vertiente.—*Croupe*, faldón ó peto.—*Entrait*, tirante.—*1/2 entrait*, medio tirante.—*Gousset*, cuadral.—*Coyer*, aguilón.

Las figuras 155 á 168 representan otras diversas formas de techumbres con armaduras de madera.

Para las cerchas de las *cimbras* y la construcción de las bóvedas, véanse los tomos I y III.

Cuando se quieren utilizar como habitaciones los espacios que quedan en las armaduras inmediatamente debajo del tejado, se quiebran las vertientes formándolas con dos planos: uno inferior, poco inclinado respecto á la vertical, en el cual se disponen los vanos, y otro superior, apoyado en el primero, terminando en el caballete. Son las cubiertas *quebrantadas* ó á la *Mansard* (figuras 152 y 165 á 168).

Las cubiertas de una sola vertiente se llaman *cobertizos* (figura 153). El caballete de un cobertizo se halla generalmente ado-

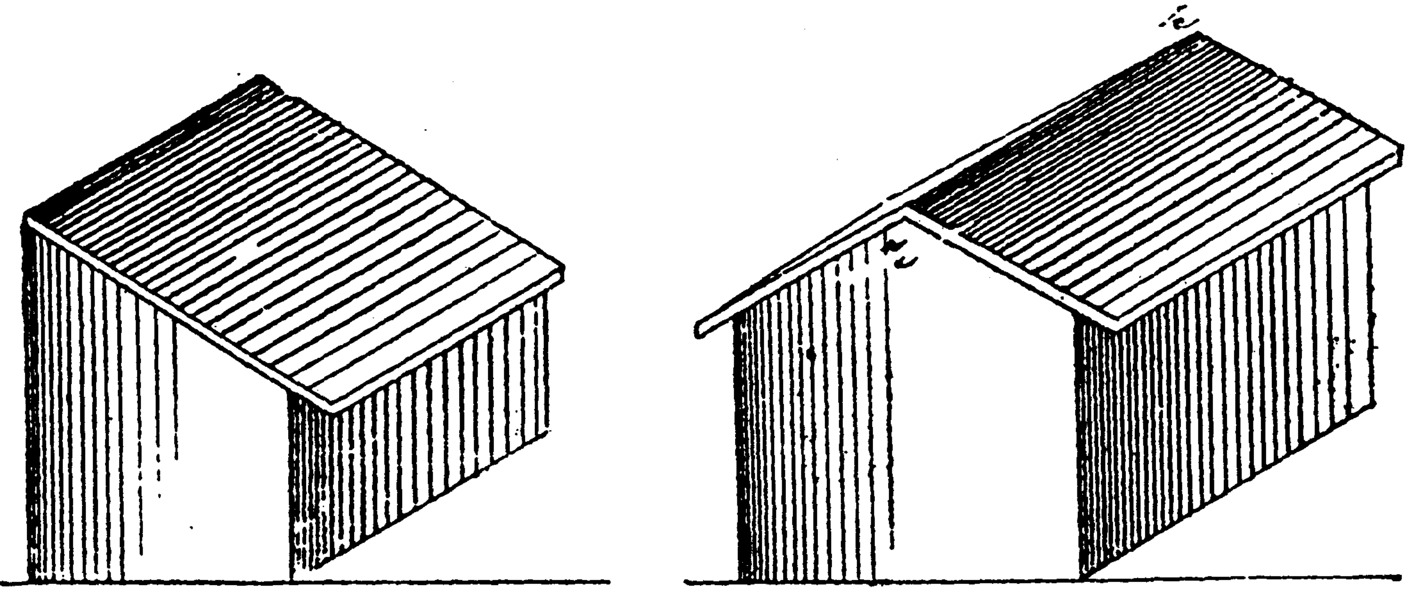


Fig. 153.—Cobertizo.

Fig. 154.

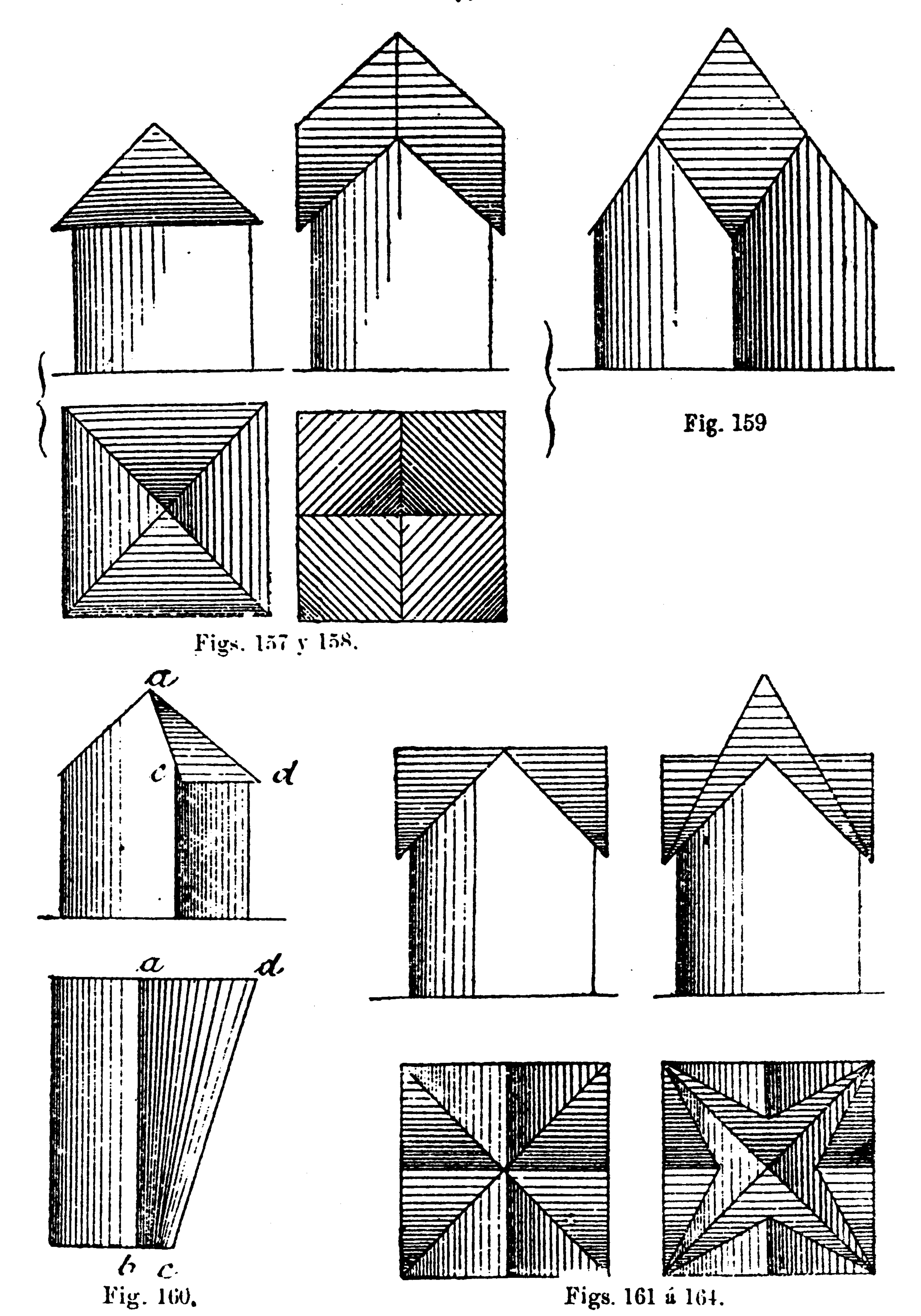
Figs. 150 y 151.
Pabellón cuadrado.

Fig. 152.

e
c
d

Fig. 155

Fig. 156.



Figs. 157 y 158.

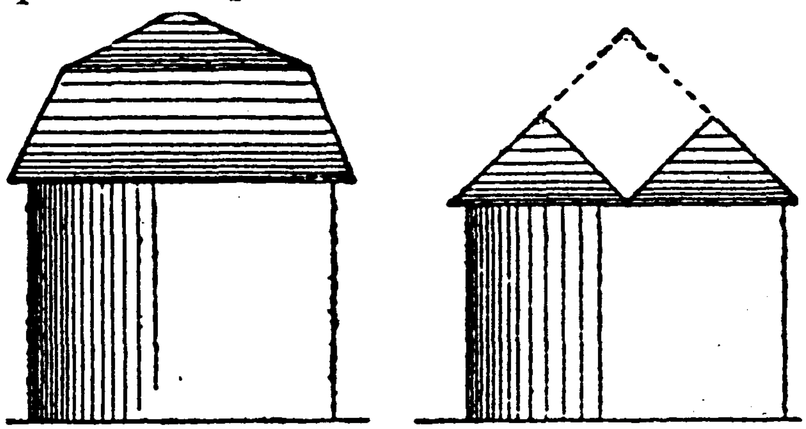
Fig. 159

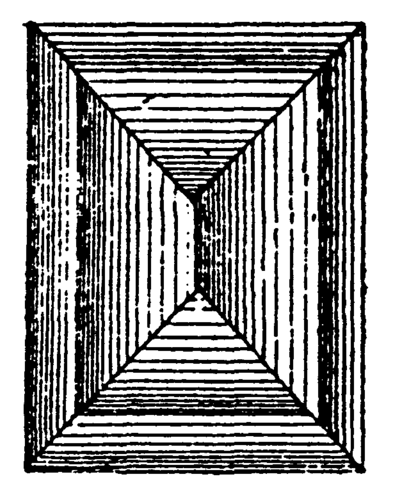
Fig. 160.

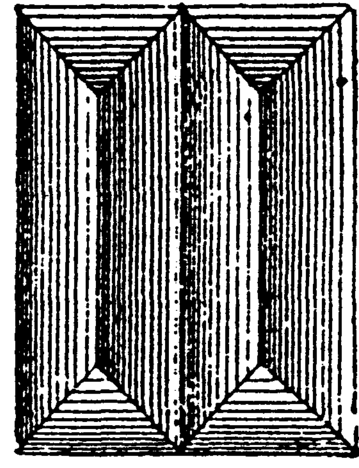
Figs. 161 á 164.

sado á algún muro de un edificio más elevado (fig. 169) ó se apoya en postes de madera.

Cuando el espacio que se ha de cubrir tiene más de 5 metros de longitud en dirección del caballete, se divide en *tramos* de 3 á 4 metros por medio de *cerchas* ó *cuchillos*; entramados verticales que tienen por objeto sostener la techumbre, colocados en sentido transversal del edificio.







Figs. 165 á 168.

Estas cerchas pueden ser de fábrica, de hierro, de fundición ó de madera. Deben situarse, á ser posible, á plomo de los entrepaños ó partes macizas de los muros.

Las cerchas de poca luz se reducen simplemente á dos piezas inclinadas ó *pares* y una horizontal, que es el *tirante* (figs. 155 y 204).

Se construyen también tejados sin cerchas, cuando los muros divisorios ó los de las fachadas laterales están muy próximos; se terminan estos muros en piñón ó forma triangular, y en sus lados inclinados se apoyan las *correas*; se llama esta clase de armadura de *piñón* ó de *cerchas de fábrica* (figs. 154 y 170). Los piñones pueden ser macizos ó aligerados (fig. 171).

La figura 178 representa una cercha ordinaria de madera, cuya composición vamos á explicar, con los nombres de las diversas piezas que la constituyen:

e, es el *tirante* en cuyos extremos se ensamblan los *pares*, y

cuando no hay *puente* ó *falso tirante*, se ensambla en su punto medio con el *pendolón*; como su nombre lo indica, trabaja por tensión ó tracción; el tirante es á veces una pieza única, pero puede estar formado de dos paralelas que constituyen un *cepo*, quedando cogidos el pendolón y los pares entre las dos piezas.

e', es el *puente* ó *falso tirante*; se ensambla con el pendolón é impide la flexión de los pares bajo la carga que actúa sobre ellos, sosteniéndolos en un punto próximo á la mitad de su longitud; está sometido á compresión.

Fig. 169.

a, es el *par*, pieza sometida á compresión y algunas veces á flexión, por cargar en puntos no sostenidos directamente por otras piezas el peso del tejado, por el intermedio de las correas. Los pares se ensamblan por su extremidad inferior con los extremos del tirante á caja y espiga, ó con embarbillado (fig. 39), sencillo ó doble, reforzando la unión con estribos de hierro (figura 185). En el punto de concurso de los dos pares se en-

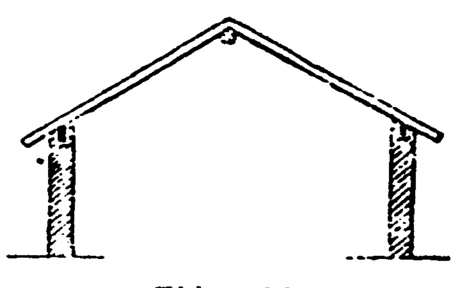


Fig. 170.

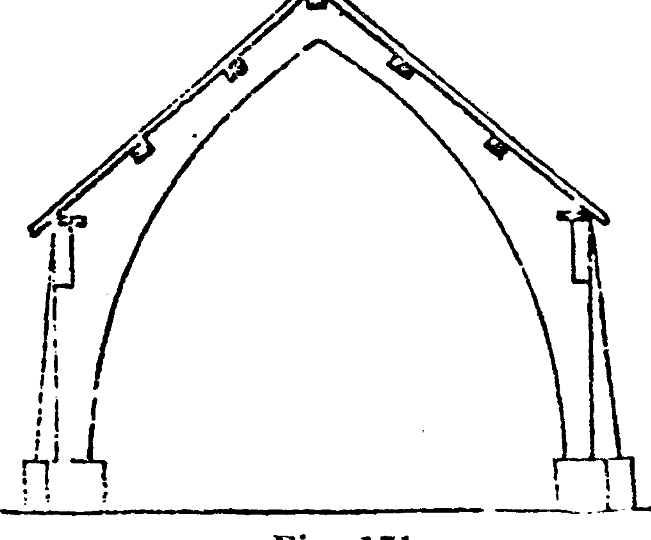


Fig. 171.

samblan con el pendolón á caja y espiga, á barbilla simple ó á barbilla con caja y espiga; á veces se fijan en una especie de clave, que presenta cajas donde penetran espigas labradas en los extremos de los pares, sujetando las piezas con cabillas. Se emplea á menudo el ensamblaje de barbilla con caja y espiga en el tercio central de las piezas, reforzado con clavijas (fig. 38).

p (fig. 178), es el *pendolón;* trabaja por tensión, y á veces esta

tensión aumenta respecto á la que le corresponde como pieza de la cercha por sostener un piso apoyado en el tirante. Cuando el tirante baja por efecto de la flexión, arrastra al pendolón en su movimiento, y por consiguiente, los pares son empujados hacia fuera (1). Estos pares, empujando los extremos del tirante hacia el exterior, lo tienden, y así se llega á un equilibrio definitivo, análogo al de la viga armada de la figura 90; en las diversas armaduras cuyos dibujos presentamos se ven diferentes ensamblajes de pendolones en sus extremos superior é inferior; la figura 172 indica un sistema de ensamblaje superior y la 173 un ensamblaje inferior.

En el caso de una armadura cónica, el ensamblaje del pendolón con los pares se dispone como se representa en la figura 174.

c (fig. 178), es una *tornapunta*, pieza que trabaja por compresión y alivia al par apoyándose en el pendolón; se coloca la tornapunta perpendicularmente al par y sosteniéndolo en un punto lo más próximo posible á una correa; se ensambla á barbilla por el extremo inferior con el pendolón.

En el pendolón se apoyan cuatro tornapuntas: dos en el plano de la cercha para sostener los pares, y otras dos en el plano vertical perpendicular al anterior, que sostienen la hilera ó cumbrera *f*, impidiendo las desviaciones del pendolón en este plano. Cuando es pequeña la separación de las cerchas, estas tornapuntas reducen al tercio la luz efectiva de la hilera. En la figura 289 se ven en *a* estas tornapuntas.

i (fig. 178), es un *jabalcón*, pieza recta ó curva sometida á compresión, que sirve para fortalecer el ensamblaje del par con el

(1) Se comprende que ésta no es más que una compresión parcial que se añade á la que producen en los pares las cargas que actúan directamente sobre ellos. Producen compresiones en los pares las cargas transmitidas por las correas en puntos sostenidos directamente por tornapuntas, falsos tirantes ú otras piezas análogas. Cuando las correas insisten sobre los pares, entre dos de sus puntos de apoyo consecutivos, éstos trabajan por flexión.

(*N. del T.*)

puente. Los extremos del jabalcón terminan en espigas, que se encajan en escopleaduras abiertas en el puente y en el par.

Puede haber además, según se ha dicho, jabalcones ó tornapuntas situadas en el plano vertical del pendolón, las cuales se apoyan en esta pieza y sostienen puntos de la hilera *f* para disminuir su luz.

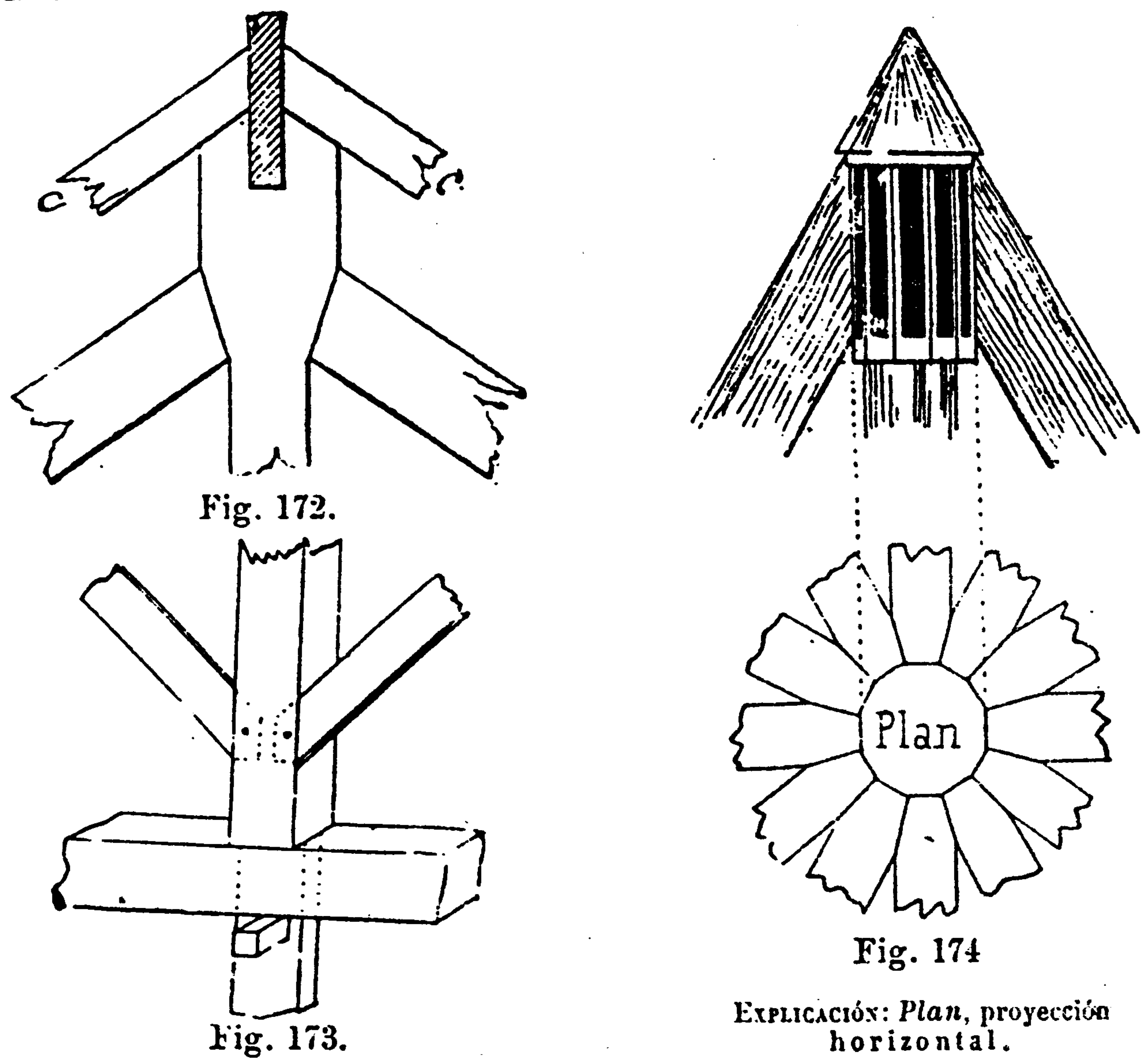


Fig. 172.

Fig. 173.

Fig. 174

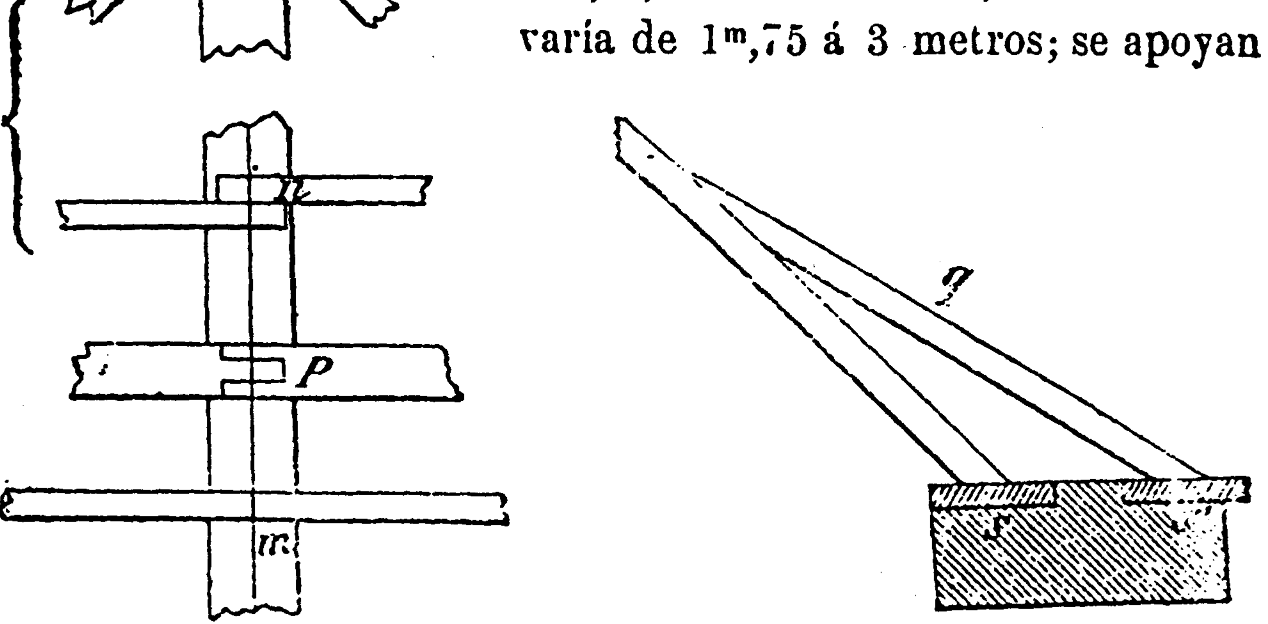
Explicación: *Plan*, proyección horizontal.

f, es la *hilera* ó *cumbrera*, pieza horizontal generalmente (cuando la planta es trapecial resulta inclinada); es la pieza más elevada de la armadura y está sometida á flexión; se extiende á toda la longitud del edificio si el tejado es de dos vertientes, se ensambla con los pendolones de las cerchas y se apoya en los puntos culminantes de los piñones. En la hilera se apoyan los extremos superiores de los *cabios*.

Cuando la armadura es de mucha longitud, la hilera se compone de varias piezas empalmadas; los empalmes se hacen siempre sobre los pendolones de las cerchas; la hilera se corta en la parte superior por dos biseles, según la pendiente de las vertientes (fig. 175).

f' (fig. 178), es una *riostra* que liga las cerchas entre sí á la altura del puente, ensamblándose con esta pieza ó con el pendolón.

n, *n*, son las *correas*; su distancia varía de 1^{m},75 á 3 metros; se apoyan



Figs. 175 á 177.

en los pares y sirven para sostener los cabios; en las armaduras á la Mansard se coloca siempre una correa en el punto en que se quiebra la vertiente; las correas soportan esfuerzos de flexión.

t, es un *taco* ó *egión* de madera, cuya sección es trapecial y sirve para evitar el deslizamiento de las correas á lo largo de los pares; se fija á los pares por medio de clavos ó de pernos, y á veces con ensamblaje de caja y espiga ó de barbilla. Se corta generalmente por un plano inclinado en el mismo sentido de la pendiente del tejado, pero con mayor inclinación.

En la figura 180 se ve el egión *c*, que sostiene la correa A y está ensamblado á barbilla con el par B.

s (fig. 178), es una *carrera* colocada en la coronación del

muro para servir de apoyo á los extremos inferiores de los cabios.

h, h, son los *cabios,* que también se llaman *cabrios, costaneras, parecillos* y *contrapares;* son piezas de 6 á 11 centímetros de escuadría, separadas entre sí de 0^{m},33 á 0^{m},60, según el sistema de

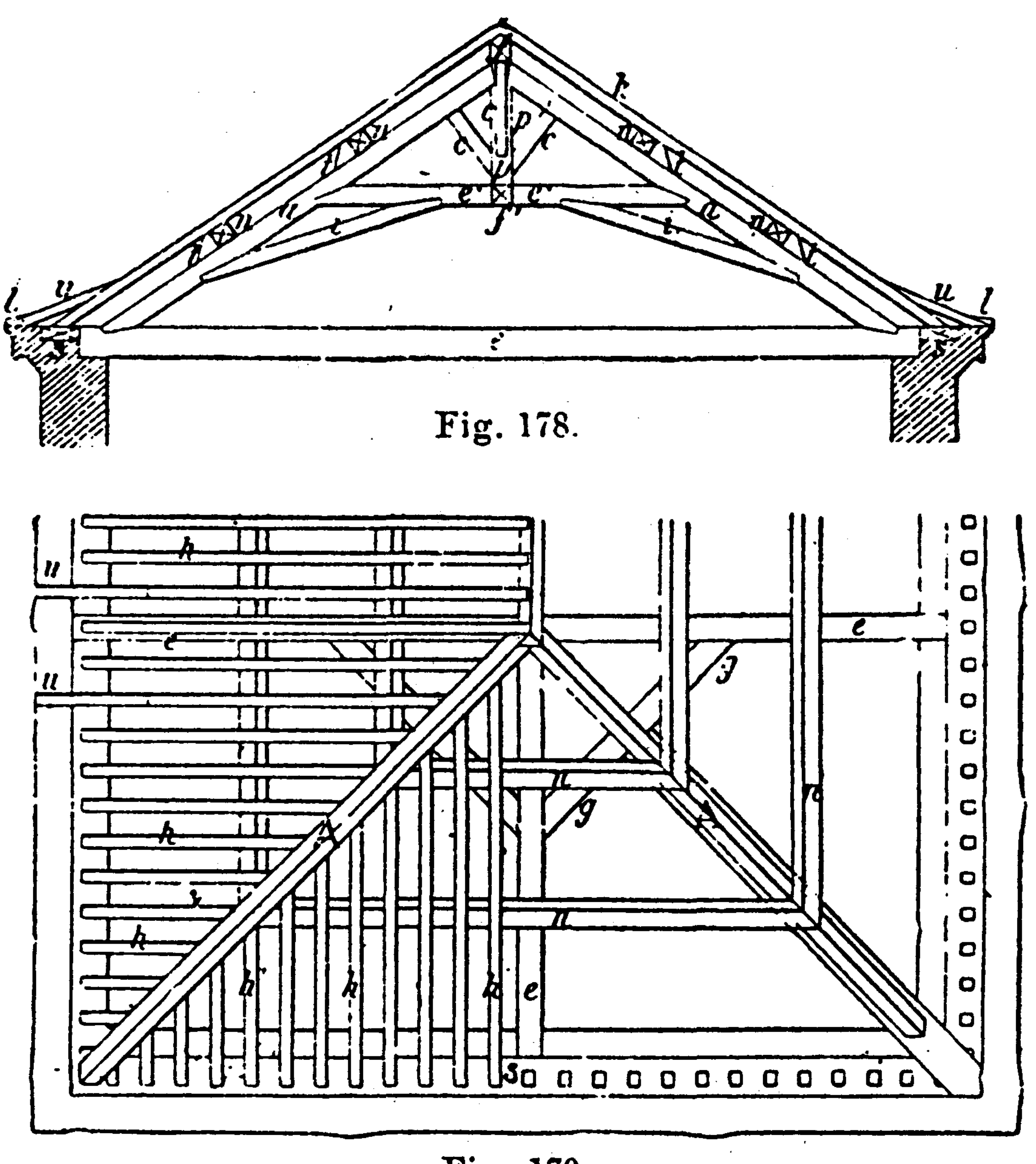


Fig. 178.

Fig. 179.

cubierta, que se clavan ó apoyan en las correas, en la hilera y en la carrera, con entalladuras en los puntos de apoyo para evitar el deslizamiento; trabajan por flexión y sirven para sostener el enlistonado sobre el cual se colocan las tejas.

Los cabios son de mayor escuadría cuando están destinados á sostener tejas que cuando se emplea cartón embetunado.

Tienen escuadrías de 6 × 8 (pudiendo salir 4 de de una pieza de 8 × 24), 8 × 8 (3 de una pieza igual á la anterior) ó de 8 × 11 (2 de cada pieza); esta última dimensión es la que se emplea en la parte casi vertical de las armaduras á la Mansard. En las armaduras ligeras, los extremos inferiores de los cabios se ensamblan á barbilla ó á horquilla (fig. 186).

u (fig. 178), es un *ristrel,* que sirve para prolongar el cabio hasta el filo del alero del tejado, para conducir las aguas hasta el canalón; si fuese temible su empuje, se emplearía una segunda carrera para apoyar en ella los extremos inferiores de los ristreles. Los ristreles se usan sólo cuando es considerable la pendiente.

Al pie de los ristreles se clava una tabla de sección triangular, en la cual se apoya la fila de tejas más baja.

Cuando se desea ganar altura para utilizar como viviendas los espacios inferiores de las armaduras, se suprime el tirante y se emplean unas piezas horizontales cortas que reciben el pie del par apoyándose directamente ó por intermedio de una carrera sobre el muro, y llegan hasta los jabalcones que sostienen el puente, como la *k* de la figura 181; los ensamblajes de estas piezas con los jabalcones pueden ser de caja y espiga de inglete (fig. 85).

En la citada figura 181 se observa que estas piezas *k* son cepos; algunas veces son de una sola pieza, pero es preferible emplear dos formando cepo.

Los pies de los postes de madera no deben apoyarse directamente en el suelo ni en tarugos, sino en dados de piedra ó de ladrillo de 0^{m},30 por lo menos de altura. Debe embrearse la cara de apoyo del poste.

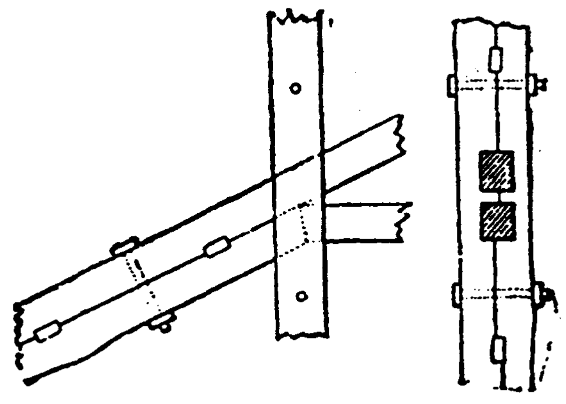
La figura 181 representa una cercha con tirante y puente.

Las cerchas se enlazan entre sí por *riostras* paralelas á la hilera y ensambladas á los pendolones de las cerchas consecutivas, ó por *cruces de San Andrés,* compuestas de piezas que se ensamblan por sus extremos superiores á las correas.

Fig. 180.

Fig. 182.

Fig. 181.



Figs. 183 y 184.—Ensamblaje de un falso tirante con un contrapar á inglete; acoplamiento del par y del contrapar; manguetas-cepos.

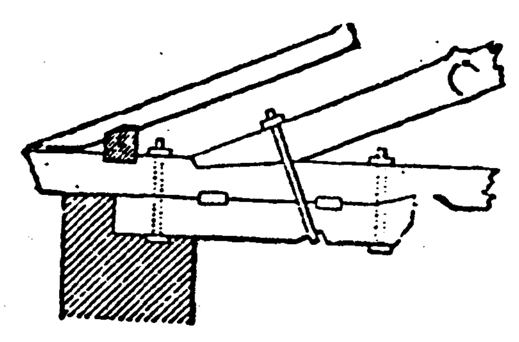
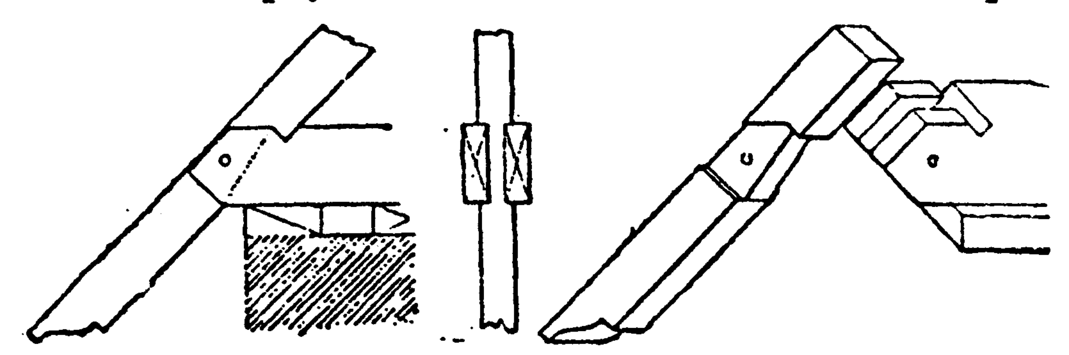


Fig. 185.—Acoplamiento del tirante y la zapata y ensamblaje de estas piezas con el par por medio de un estribo de hierro.

Un *cepo* se compone (fig. 189) de dos piezas de madera que abrazan á otras piezas del entramado, ejerciendo presión sobre ellas; casi siempre llevan rebajos las que componen el cepo, para evitar que trabaje sólo el perno.

Se obtiene un apoyo aislado más resistente con dos piezas de



Figs. 186 á 188.—Ensamblaje del extremo de un cabio.

8 × 23, separadas 7 centímetros por tacos y unidas con pernos, que con una sola pieza de sección equivalente de 16 × 23.

Se llama *pilarejo* á una pieza que sostiene el par frente á una correa, apoyándose en el tirante ó en un puente.

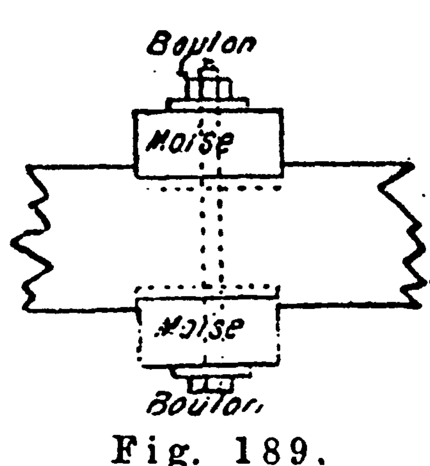


Fig. 189.

Explicación: *Boulon*, perno. *Moise*, cepo.

En una cercha quebrantada ejerce funciones semejantes á las de un pilarejo la pieza ligeramente inclinada que va desde el tirante al puente y sostiene la parte superior de la armadura.

Cuando la hilera debe apoyarse en un piñón, en el mismo lugar que corresponde al paso de un cañón de chimenea, se corta á $0^m,17$ de aquél, y se sostiene por un entramado que se apoya en un brochal, el cual á su vez descansa en dos correas. Se debe amarrar la hilera al muro.

La figura 179 es la planta de un *faldón recto*, cuya base es perpendicular al caballete. A es un *par de limatesa*, en que se apoyan los extremos de los cabios de la vertiente y del faldón que concurren en esta pieza.

No es otra cosa que un par que forma la arista de intersección

de las dos vertientes, ó sea la *limatesa;* esta pieza está chaflanada en su parte superior según los planos de las dos vertientes, como se ve en la figura 191.

El cabio central, que es el más largo del faldón, se ensambla por su extremo superior en el pendolón común á la cercha completa proyectada en *ee* y á los dos *cuchillos de limatesa,* que así se

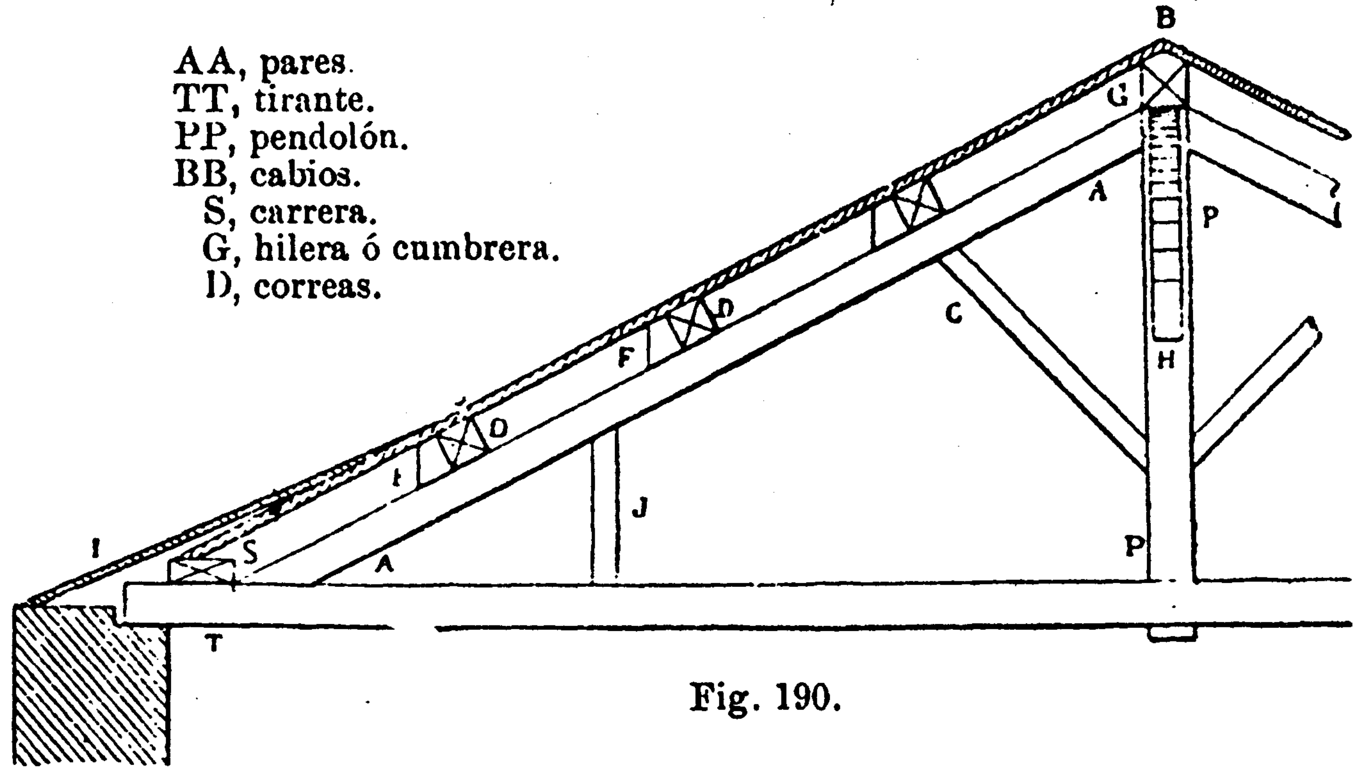


Fig. 190.

llaman las medias cerchas oblicuas; los demás cabios, llamados *cuartones,* son de longitudes diferentes, decreciendo desde el centro hacia los ángulos. Las correas del faldón se apoyan en los cuchillos de limatesa, y á veces (si la luz es grande) en otra media cercha situada en el plano vertical de la hilera.

A la altura de los tirantes se forma un entramado horizontal que recibe el nombre de *enrayado.* Los tirantes de los cuchillos de limatesa, llamados *aguilones,* quedan cortados á cierta distancia del pendolón común y se apoyan en la pieza *gg,* que se llama *cuadral.*

La figura 149 indica el enlace del cuadral con las carreras de los dos muros por medio del aguilón. En las construcciones ligeras se emplean solamente los pares de limatesa, sobre los cuales se apoyan las correas del faldón destinadas á sostener los cuartones.

Un *faldón oblicuo* es aquel cuya base horizontal es oblicua respecto al caballete; es el caso de *abc* (fig. 192).

La figura 195 es la proyección horizontal de las cubiertas de un edificio que comprende tres cuerpos que se cruzan. Los seis extremos de las cubiertas de dichos cuerpos de edificio terminan en faldones, unos rectos y otros oblicuos, según la forma de la planta.

Si dos cuerpos de edificio se cortan, formando ángulo recto ú oblicuo (figs. 193 y 194, en el punto *o)*, la intersección de las vertientes que forman un ángulo diedro entrante se llama *lima hoya*. Se distingue de la *limatesa* en que ésta corresponde á un ángulo saliente, y la disposición varía en consecuencia.

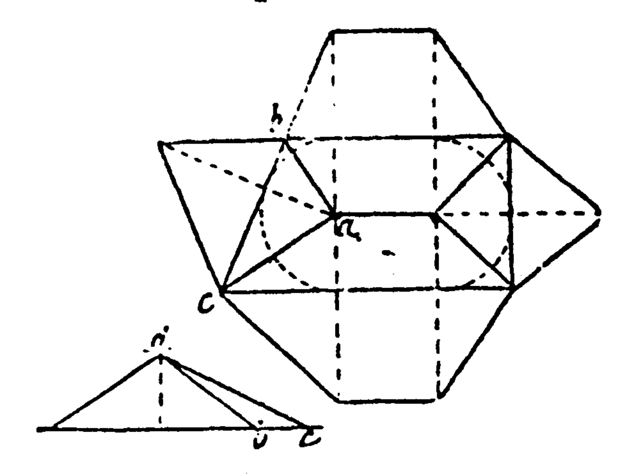


Fig. 192.


Fig. 191.

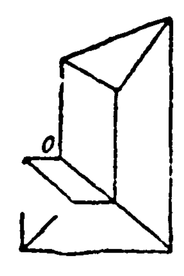


Fig. 193.

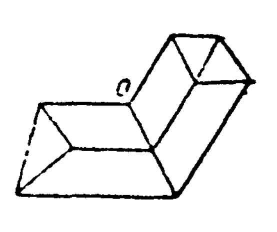


Fig. 194.

La figura 196 representa la proyección de un nudillo ó punto de concurso de varias armaduras. La 197 representa, también en planta, la disposición de un *faldón recto,* y la 198 *bis* un *faldón oblicuo.*

La figura 198 es el *enrayado* ó entramado horizontal á la altura de los tirantes.

Las figuras 199 á 201 muestran las diversas proyecciones de los ensamblajes de las correas con los pares de lima hoya, que se perfilan en la parte superior formando el ángulo entrante de las vertientes.

Las figuras 202 á 220 permiten comparar diversos tipos de cerchas; se han dibujado entre verticales distantes entre sí 5 metros para facilitar la comparación.

La figura 202 representa un cobertizo ó tejadillo de una sola

vertiente; especie de piso inclinado, compuesto de un par, un tirante y un pendolón. A veces se suprime esta última pieza. Cuan-

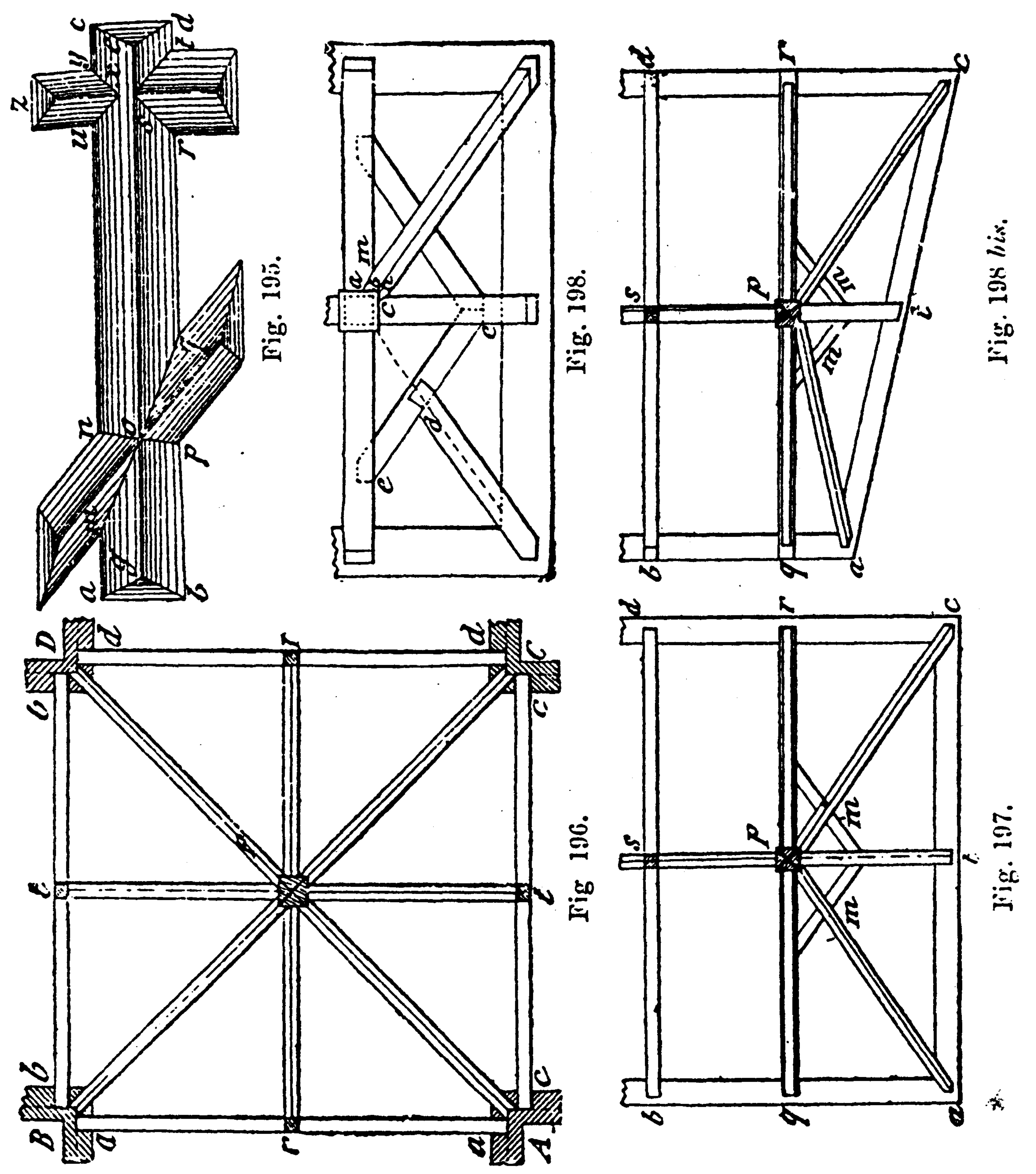


Fig. 195.

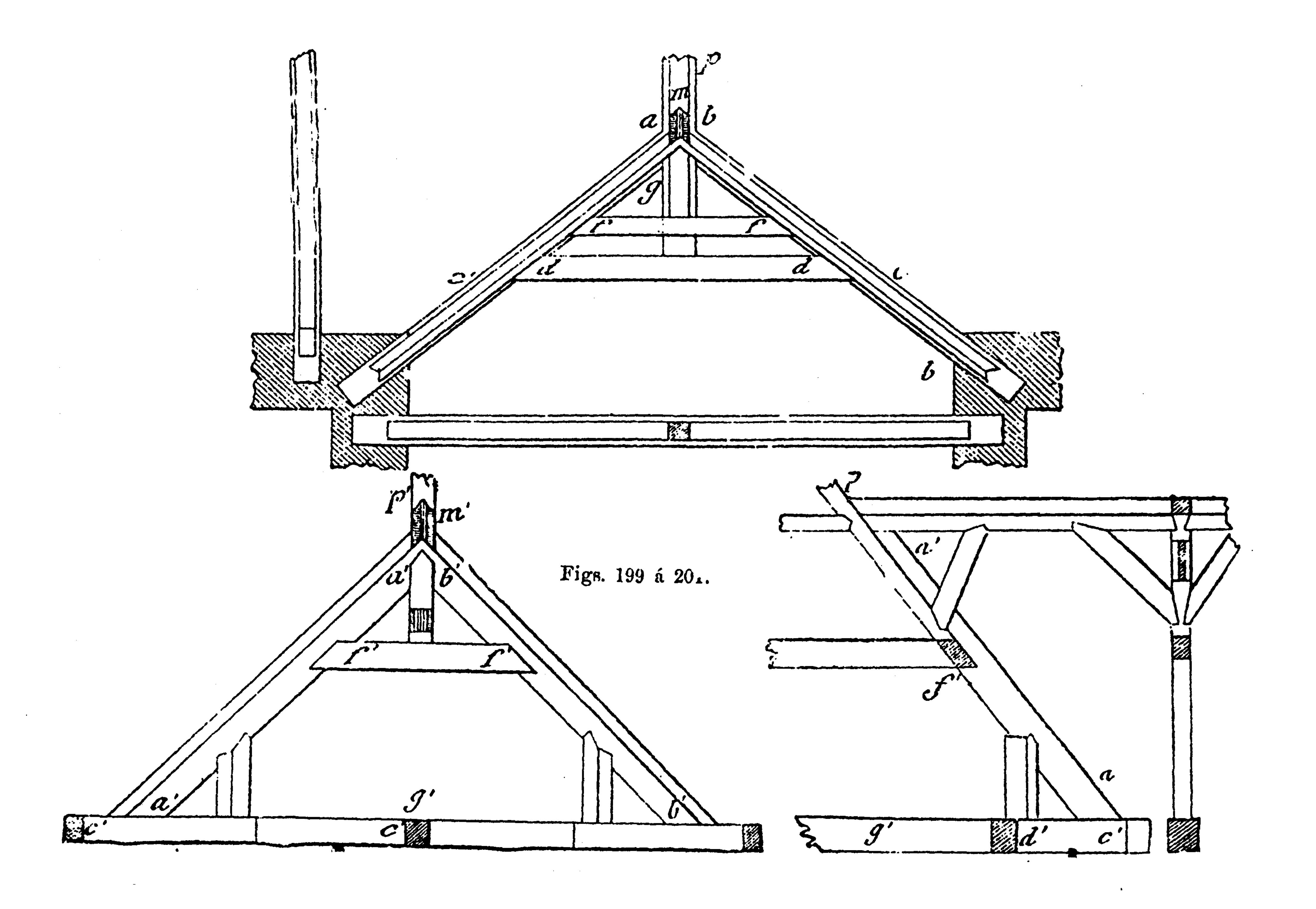
Fig. 198.

Fig. 198 *bis*.

Fig 196.

Fig. 197.

do la luz no pasa de 3 metros, se puede disponer la cubierta simplemente con cabios de 8 á 11 centímetros, apoyados en carreras



Figs. 199 á 201.

ó brochales colocados en la coronación de los muros (figs. 153 y 221), ó que descansen sobre un muro por su extremo superior y en postes de madera por el inferior.

Las figuras 222 á 224 indican otras disposiciones de cobertizos para luces que pueden llegar hasta 5 metros, aumentando las dimensiones de las piezas.

Las figuras 169 y 203 muestran cobertizos con una tornapunta que alivia al par.

Las figuras 155 y 204 son cerchas para cubiertas á dos aguas, compuestas de dos pares y un tirante. Un ejemplo que difiere poco de los anteriores es el de la figura 225, pero sólo conviene con luces pequeñas.

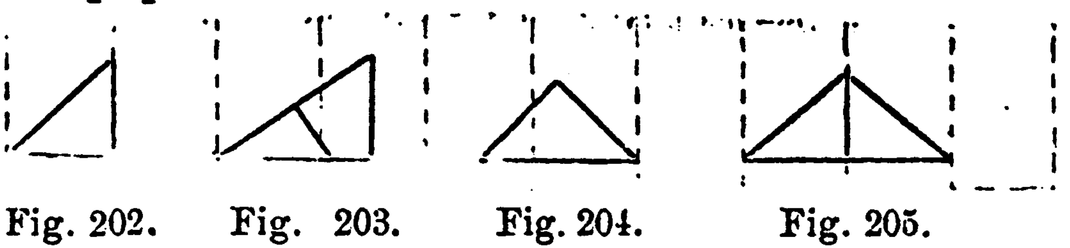


Fig. 202. Fig. 203. Fig. 204. Fig. 205.

La figura 205 es una cercha cuyo tirante está sostenido en su punto medio por un pendolón.

La figura 206 es una cercha *Polonceau*, compuesta de dos pares de madera; dos *tornapuntas* de fundición y de forma de *biela*, que sostienen los pares en sus puntos medios; dos tirantes de hierro para cada pendolón y uno para contrarrestar el empuje de los pares (1).

La figura 207 representa una cercha que no es otra cosa que una viga armada; es la misma de la figura 205, á la cual se han añadido dos tornapuntas para aliviar á los pares. La figura 228 es otro ejemplo; el pendolón presenta en la parte superior dos esperas, contra las cuales se apuntalan los pares, y otras dos en la parte inferior para recibir las tornapuntas. Las tornapuntas deben ensamblarse á ángulo recto con los pares siempre que sea posible.

(1) La composición de la armadura Polonceau aparece sencillísima si se observa que se reduce á dos pares, que son vigas armadas como la representada en la figura 88, unidos por un falso tirante. (*N. del T.*)

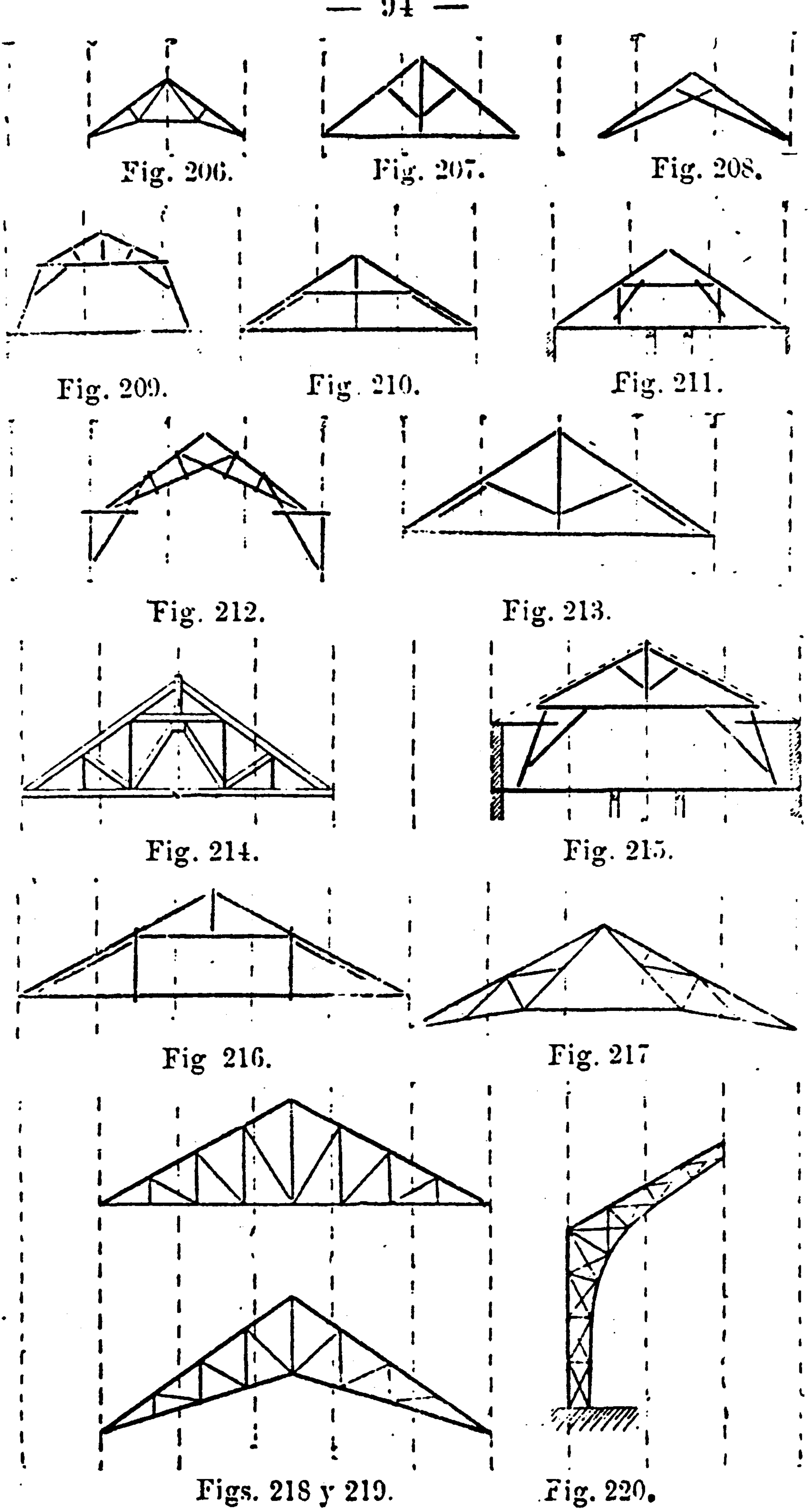


Fig. 206. Fig. 207. Fig. 208.

Fig. 209. Fig. 210. Fig. 211.

Fig. 212. Fig. 213.

Fig. 214. Fig. 215.

Fig. 216. Fig. 217.

Figs. 218 y 219. Fig. 220.

Las figuras 208 y 226 representan una cercha de tijera sin tirante.

Las figuras 152, 165 y 209 representan armaduras y cerchas *quebrantadas* ó *á la Mansard;* la parte superior es una cercha

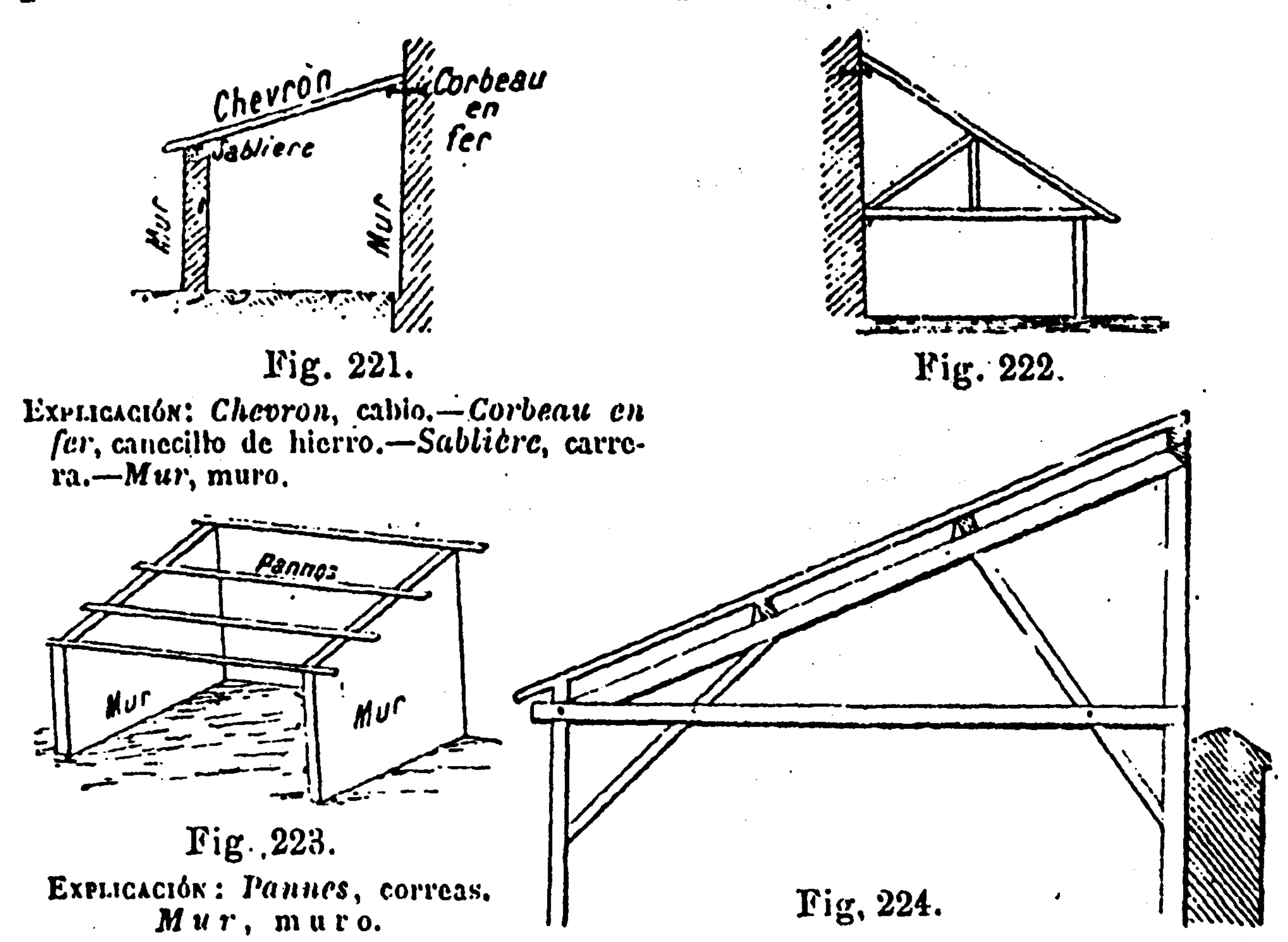


Fig. 221.

EXPLICACIÓN: *Chevron*, cabio.—*Corbeau en fer*, canecillo de hierro.—*Sablière*, carrera.—*Mur*, muro.

Fig. 222.

Fig. 223.

EXPLICACIÓN: *Pannes*, correas. *Mur*, muro.

Fig. 224.

análoga á la de la figura 205, con dos pilarejos para sostener los pares en puntos intermedios.

Esta cercha parcial está á su vez sostenida por dos tornapuntas que constituyen la prolongación de los pares, cuyos extremos inferiores están ligados por un tirante; se hace indeformable el trapecio por medio de dos tornapuntas que evitan la variación de sus ángulos superiores. La parte inferior se completa, lo mismo que la superior, con las correas y los cabios. La figura 227 es un ejemplo

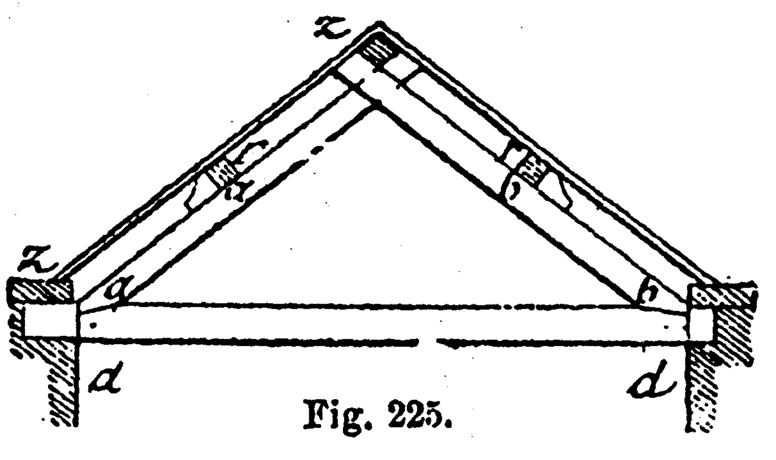


Fig. 225.

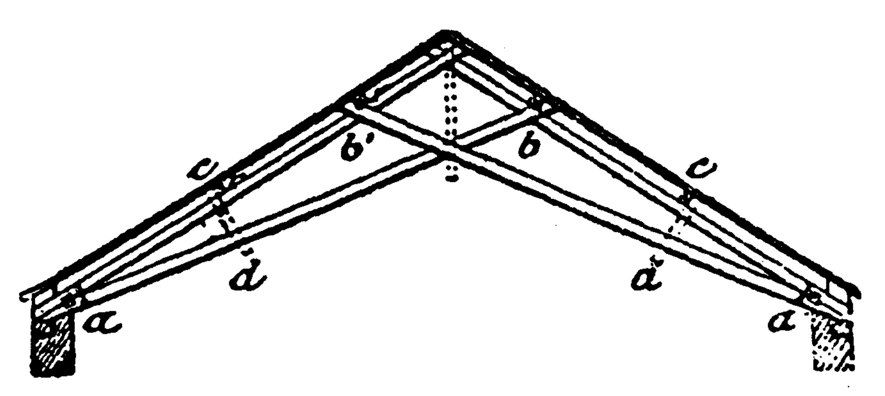


Fig. 226.—Cercha de tijera sin tirante.

Fig 228.

Fig. 227.

Fig. 229.—Cercha de tijera de 18 metros de luz.

detallado de esta clase de armaduras. Con la armadura quebrantada se pueden disponer habitaciones de $2^m,65$ á $3^m,40$ de altura.

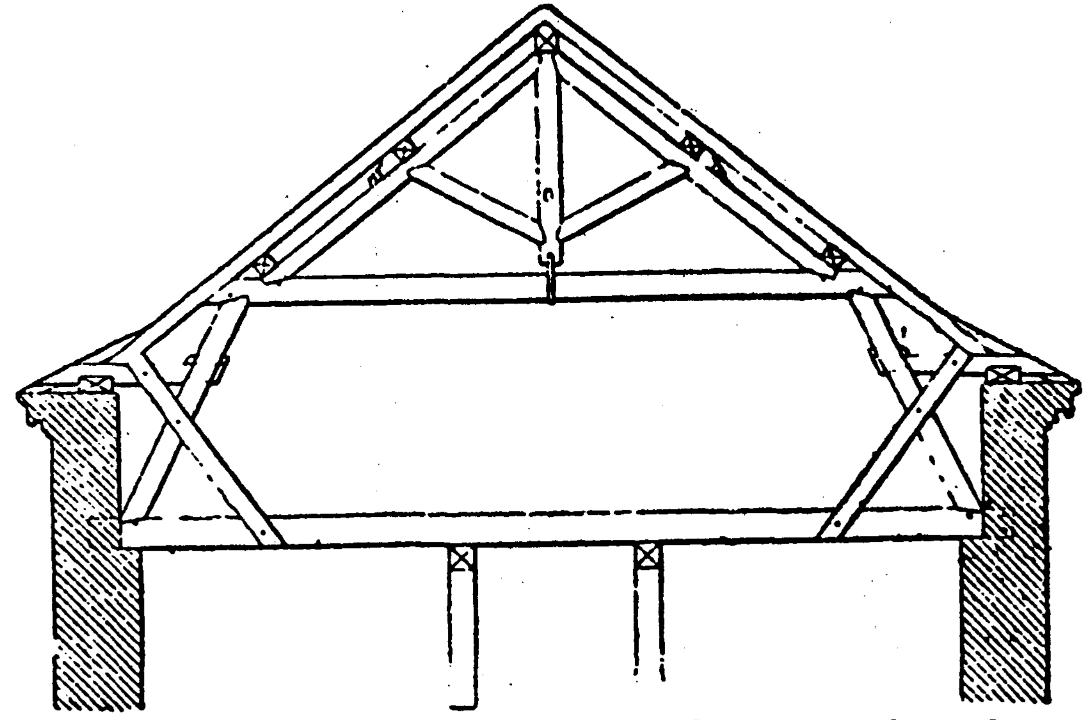


Fig. 230.—Armadura para una casa de 9 metros de ancho.

En las construcciones ligeras y en las comprendidas entre dos piñones, la tornapunta de la cercha sirve como cabio (fig. 231).

Proporciones de las cerchas quebrantadas.

LUCES	6 metros.	9 metros.	12 metros.
Tirante que sostiene el piso.	$42^c \times 30^c$	$50^c \times 35^c$	$58^c \times 42^c$
Falso tirante.	23 × 20	30 × 25	35 × 32
Pares.	20 × 18	25 × 22	28 × 25
Pendolón.	18 × 18	23 × 23	27 × 27
Pilarejos.	14 × 14	16 × 16	18 × 18
Tornapuntas.	14 × 14	16 × 16	18 × 18
Correas.	19 × 19	20 × 20	22 × 22
Cabios.	5 × 9	6 × 11	7 × 12

Las proporciones más convenientes para las armaduras á la Mansard son las siguientes:

Si se inscribe el perfil de la cercha en media circunferencia, la vertiente de la parte inferior es el lado del decágono regular inscrito; para obtener una cercha de mayor peralte se describe

una semicircunferencia sobre el tirante como diámetro, y en su punto más alto se traza la tangente, sobre la cual se toma una longitud de 2/3 del radio á cada lado del eje; esta línea será el

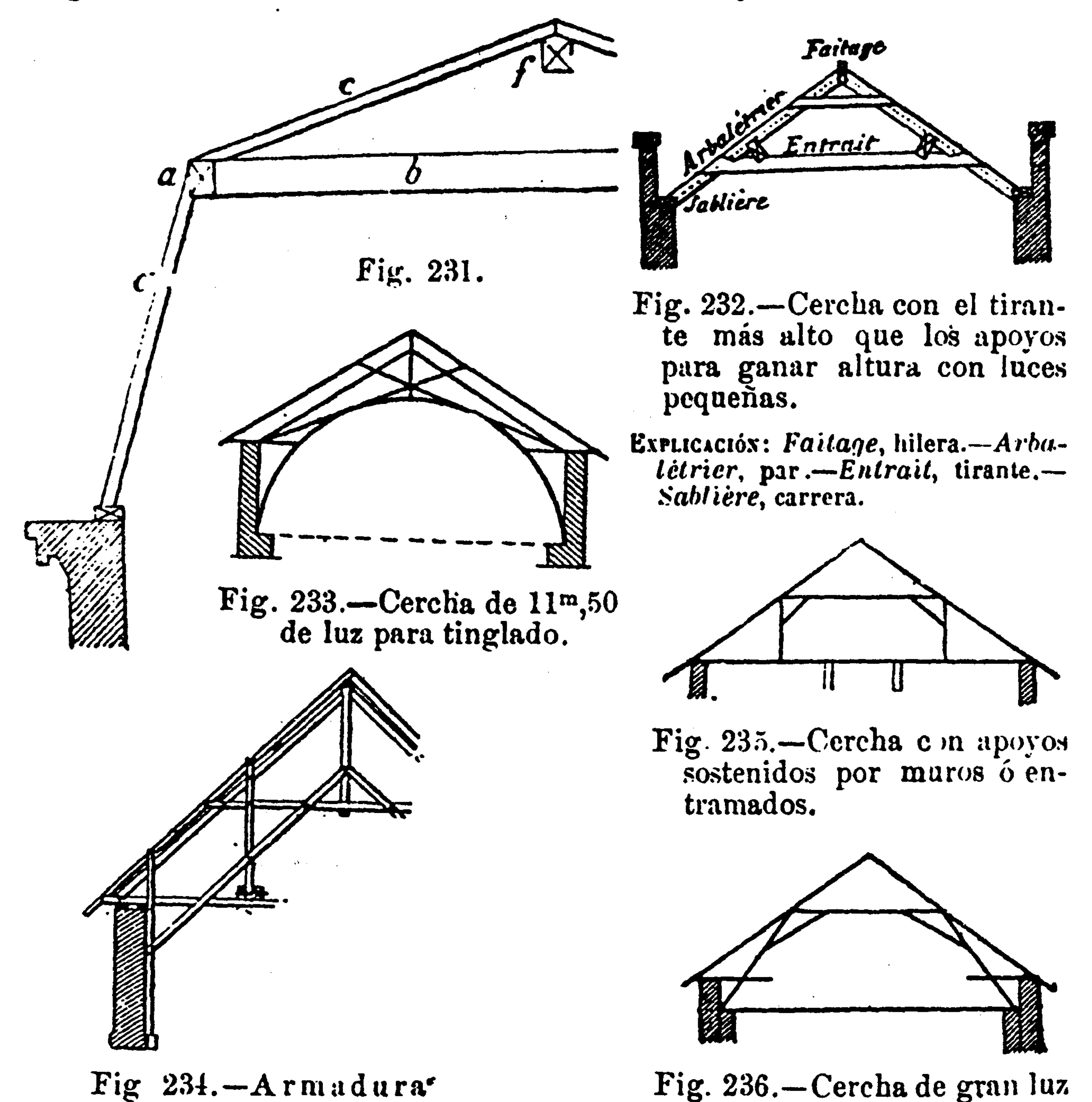


Fig. 231.

Fig. 232.—Cercha con el tirante más alto que los apoyos para ganar altura con luces pequeñas.

Explicación: *Faitage*, hilera.—*Arbalétrier*, par.—*Entrait*, tirante.—*Sablière*, carrera.

Fig. 233.—Cercha de 11^{m},50 de luz para tinglado.

Fig. 235.—Cercha con apoyos sostenidos por muros ó entramados.

Fig 234.—Armadura ligera para tinglado ó almacén.

Fig. 236.—Cercha de gran luz para utilizar el espacio inferior como granero.

falso tirante; la flecha de la cercha correspondiente á la parte que queda encima del falso tirante es 1/3 del radio.

Las cubiertas á la Mansard son frías y húmedas en invierno y dan un calor insoportable en verano.

La figura 210 representa una cercha con un *puente* ó *falso tirante* sostenido por el pendolón, dos contrapares y un tirante,

cuyo punto medio está unido al pendolón por una péndola de hierro. La figura 237 es otro ejemplo del mismo sistema.

La figura 213 es otra variante.

La figura 211 es una cercha cuyo tirante está apoyado en postes situados inferiormente; los pares están aliviados por pilarejos; hay además *manguetas-cepos* inclinadas, constituyendo tornapuntas que refuerzan el falso tirante.

La figura 212 es una cercha sin tirante, cuyos pares y falsos pares (piezas cruzadas formando tijera) se ensamblan en dos piezas horizontales, que vienen á formar un tirante interrumpido; sus extremos están sostenidos por tornapuntas compuestas de dos piezas formando cepo, las cuales se prolongan encepando también los pares y los falsos pares; estas piezas están además unidas entre sí por manguetas-cepos perpendiculares á los pares.

La figura 214 es una cercha de sistema Palladio, cuyas piezas comprimidas son de madera y las tendidas, tirantes de hierro; los ensamblajes son de cajas de fundición.

La figura 215 es una cercha para una armadura cuya parte inferior es habitable. Se emplean manguetas-cepos que hacen indeformable la figura formada por las tornapuntas inferiores, el tirante que sostiene el piso y las piezas horizontales apoyadas en las coronaciones de los muros (fig. 230).

La figura 216 muestra una cercha con tirante sostenido por dos péndolas constituídas por cepos.

La figura 217 es una cercha Polonceau con tres tornapuntas para cada par.

Las figuras 218 y 219 son cerchas inglesas, generalmente metálicas.

La figura 220 es una cercha, sistema Dion, de hierro; su pie está empotrado en el terreno. (Para las *cerchas metálicas*, véase nuestro tomo VI.)

Las figuras 247 y 247 *bis* representan el corte de una casa y el plano general de su techumbre.

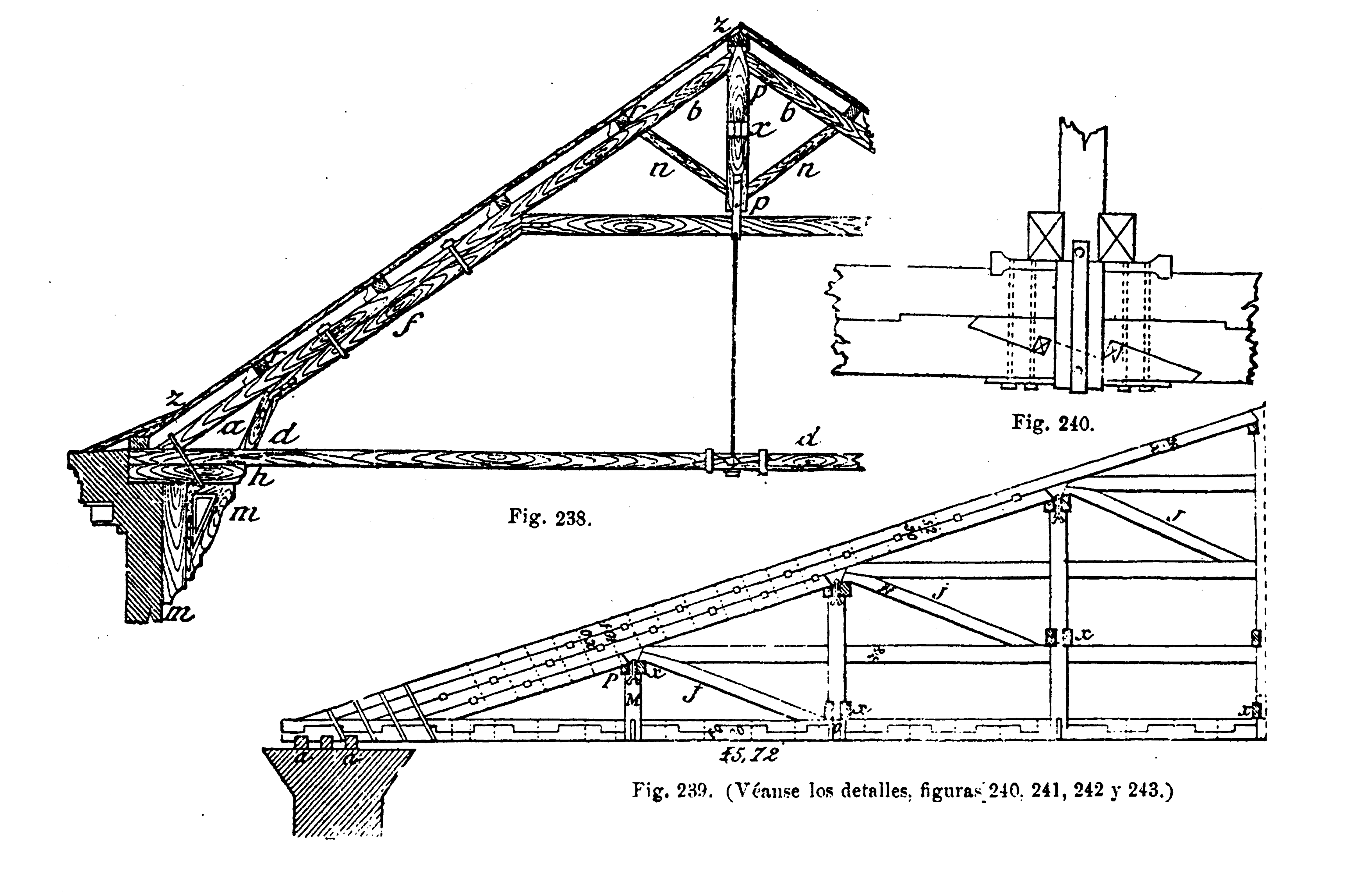
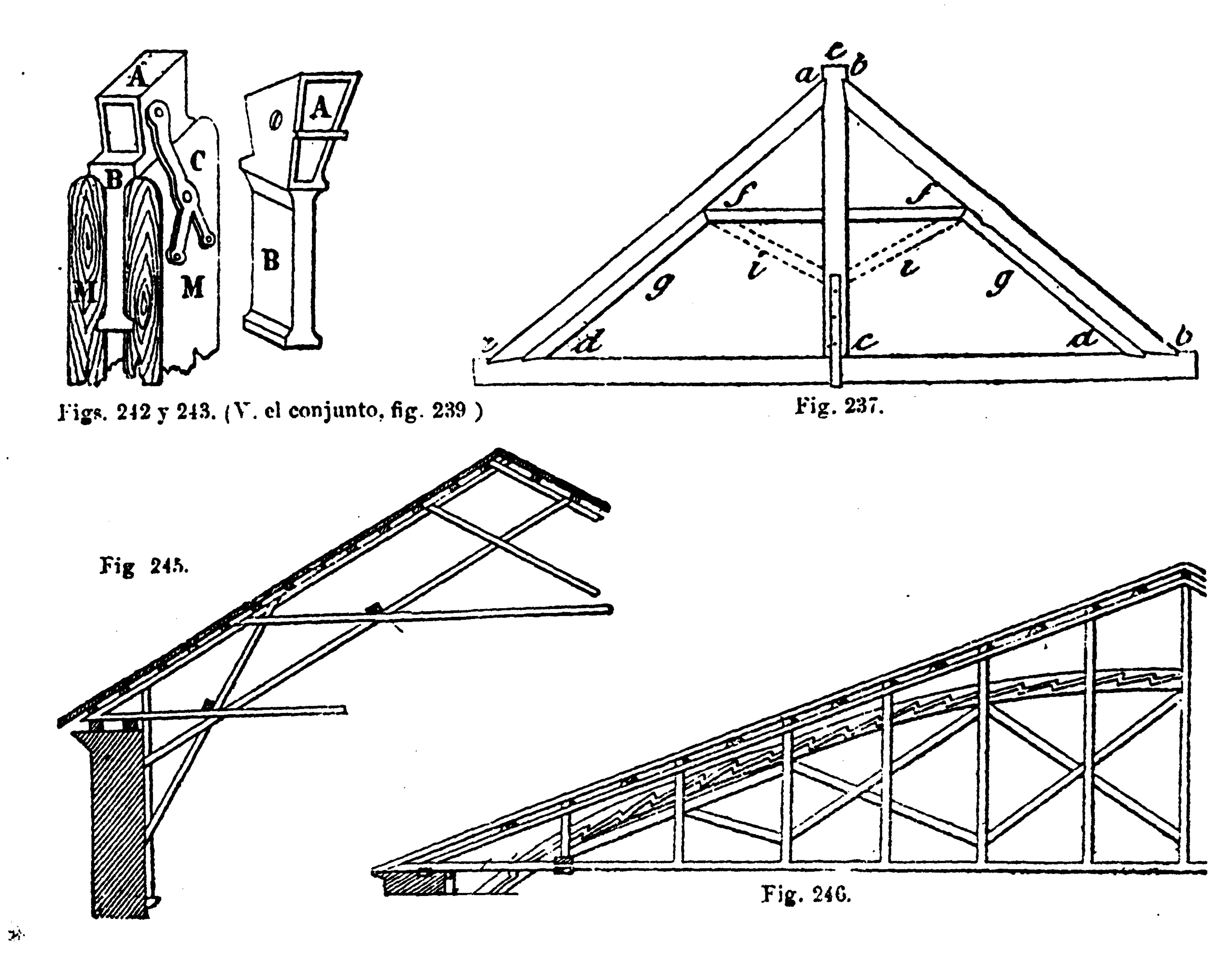


Fig. 238.

Fig. 240.

Fig. 239. (Véanse los detalles, figuras 240, 241, 242 y 243.)



Figs. 242 y 243. (V. el conjunto, fig. 239)

Fig. 237.

Fig 245.

Fig. 246.

Se representan en las figuras 232 á 246 otros muchos tipos de cerchas de madera con algunos detalles de ensamblajes.

Las figuras 248 y 248 *bis* representan los cortes de una ar-

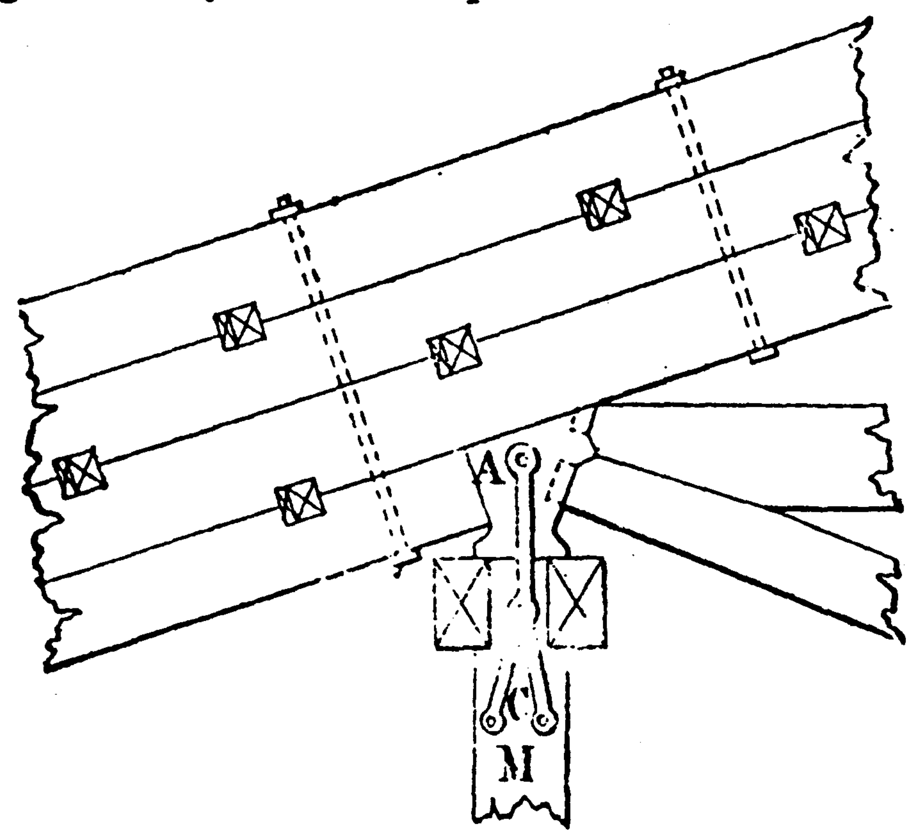
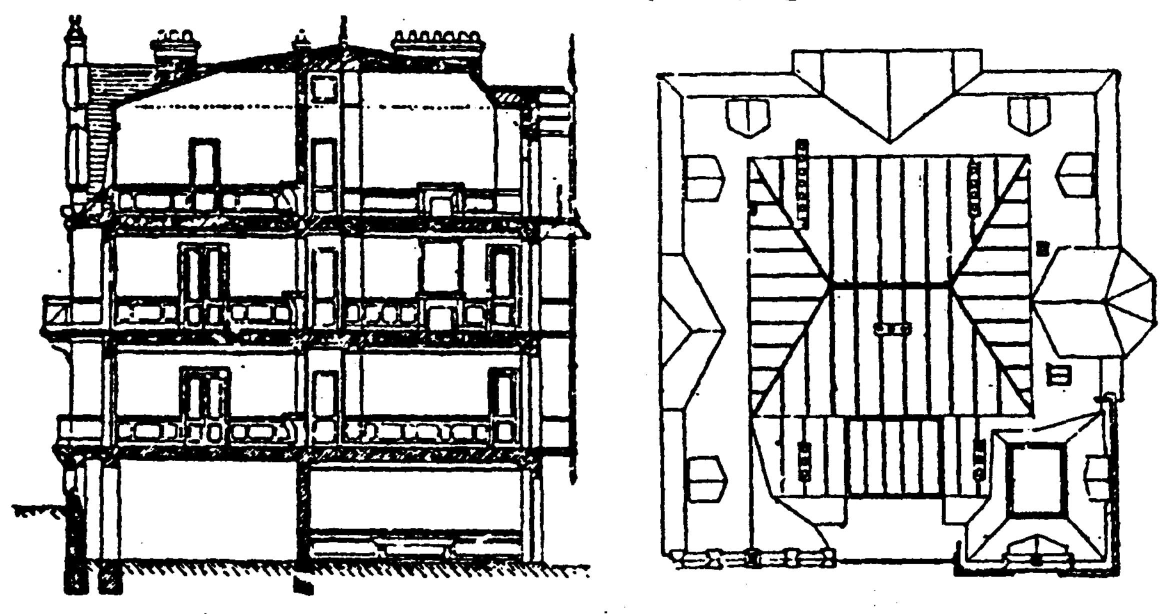


Fig 241. (Véase el conjunto, fig. 239.)



Figs. 247 y 247 *bis*.

madura económica, cuyos elementos son casi todos tablones, para tinglados cubiertos con materiales ligeros. Los pares y el tirante salen fuera del espacio comprendido entre los postes, lo cual evita el empleo de tornapuntas para arriostrar entre sí las diver-

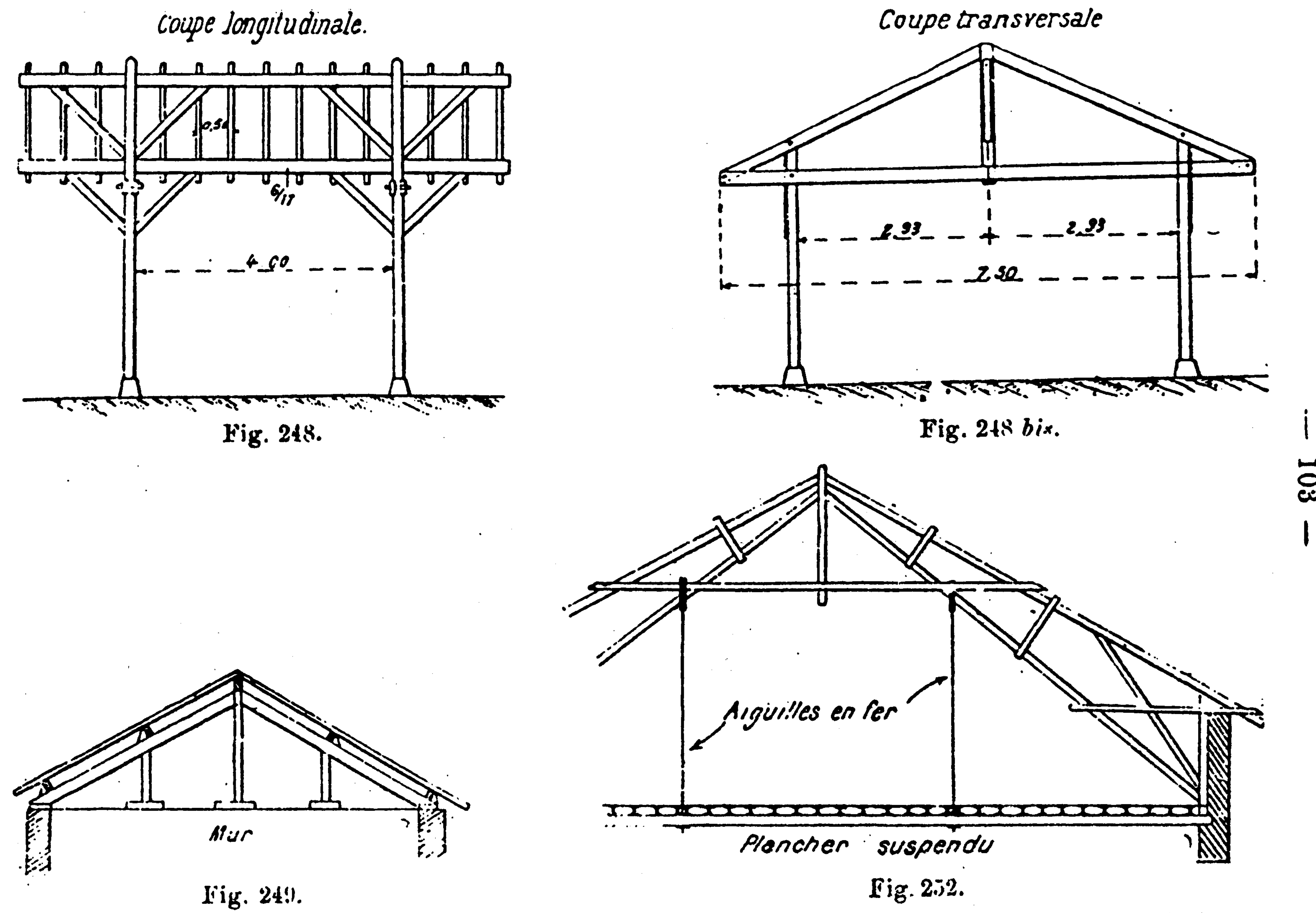


Fig. 248.

Fig. 248 *bis*.

Fig. 249.

Fig. 252.

Explicación: *Coupe longitudinale*, sección longitudinal.—*Coupe transversale*, sección transversal.—*Mur*, muro.—*Aiguilles en fer*, péndolas de hierro.—*Plancher suspendu*, piso colgado.

sas cerchas. La cercha de la figura siguiente lleva en cada vertiente una correa con una tornapunta ó sin ella.

La figura 249 indica una cercha con *pilarejos*, para el caso en que su plano corresponda á un muro de traviesa; se apoyan los pares simplemente sobre postes que descansan en los muros, suprimiendo las tornapuntas.

Cuando se apoya un piso en los tirantes de la armadura, los maderos de suelo descansan directamente sobre la cara superior de aquellas piezas, ó se ensamblan de modo que queden más bajas empleando los diversos medios descritos al tratar de los pisos; pueden quedar aparentes ó disimuladas por un cielo raso, como las vigas maestras.

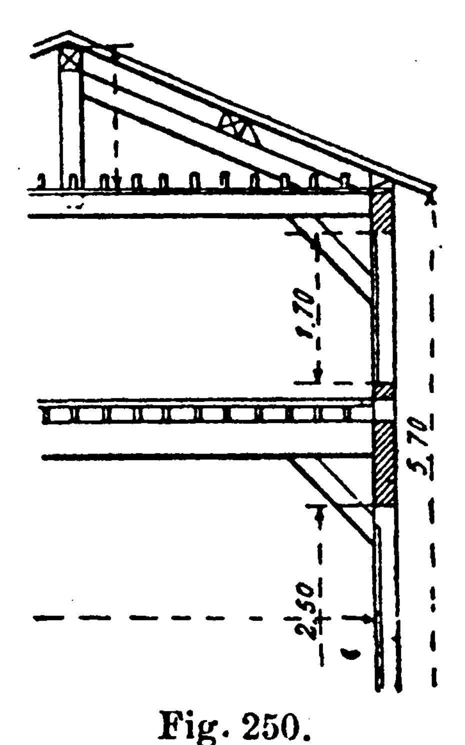


Fig. 250.

La armadura con *linterna* (figs. 251, 258 y 264) se emplea cuando es necesario iluminar ó ventilar por la parte superior el espacio cubierto.

Se construyen también *armaduras con pisos suspendidos* (fig. 252) por medio de péndolas de madera ó de hierro, que refieren las cargas á sus puntos de apoyo.

Las armaduras de hierro son preferibles á las de madera para grandes luces; son ligeras y resisten al fuego (véase el tomo VI).

En las **armaduras mixtas de madera y de hierro**, las piezas sometidas á tensión son de hierro forjado ó laminado; las expuestas á la compresión son de hierro colado ó de madera, y las que trabajan por flexión de madera. Los arrio-tramientos son de hierro; las correas, las hileras y los cabios, de madera. Estas armaduras mixtas son ligeras, económicas y de construcción fácil.

Las *armaduras económicas de Pombla* son de madera y hierro, se montan fácilmente y son muy ligeras.

La figura 253 da á conocer un tipo para luces hasta de 12 metros. Las cerchas se componen de tablones encorvados y mantenidos en esta forma por tirantes de hierros redondos, sujetos con pernos en sus extremos. La cubierta es de tela embreada, pizarra, teja, zinc ó cartón embetunado.

La figura 254 muestra un tipo de tinglado sistema Pombla, que cuesta, para un ancho de 7 metros, á 6,75 francos por metro cuadrado de terreno cubierto, incluyendo el montaje con tejado ordinario de cabios; con cubierta de tejas mecánicas, este precio aumenta hasta 10,75 francos.

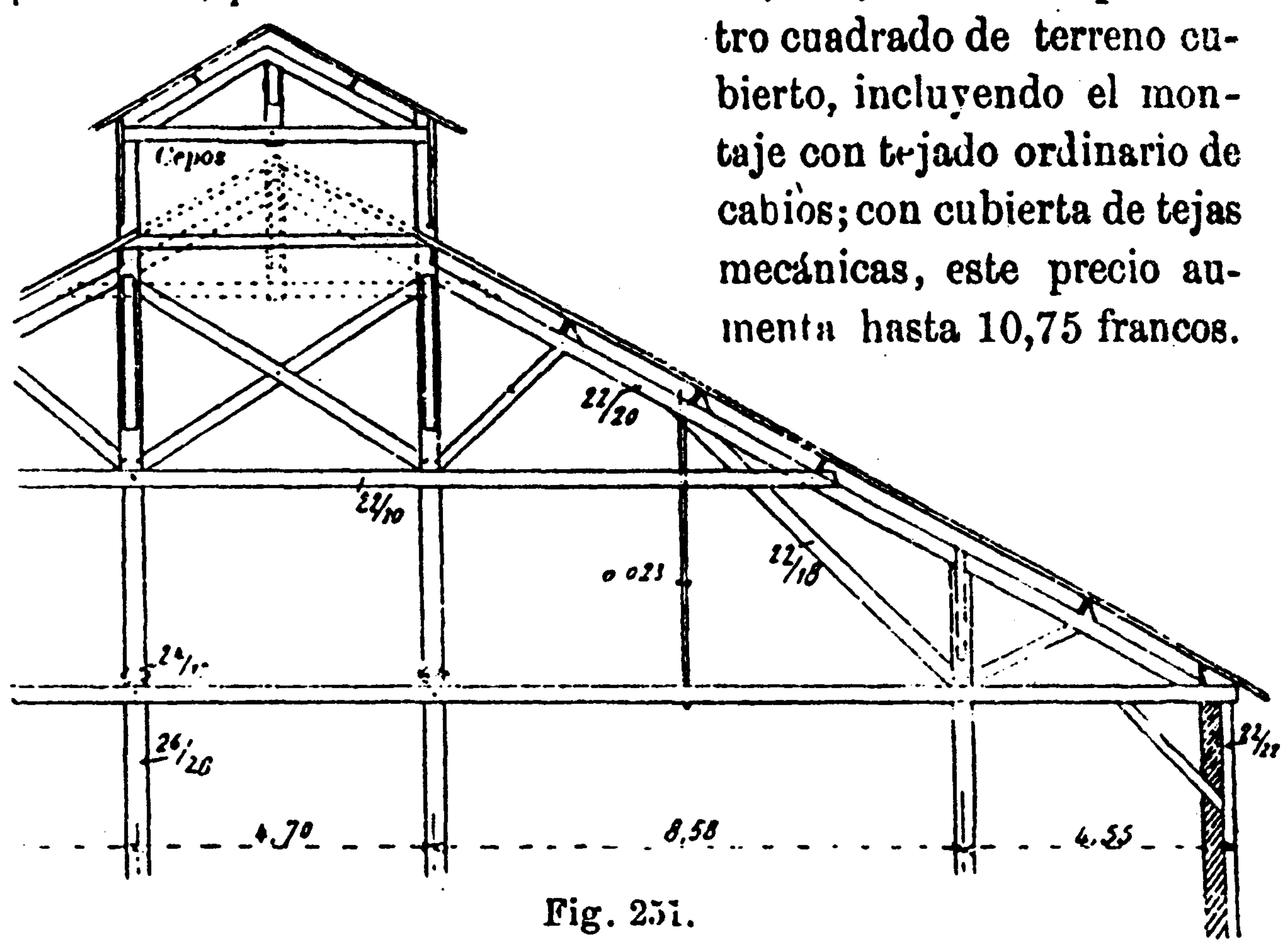


Fig. 254.

Las *armaduras económicas Baudrit* (figs. 255 y 256) son muy ligeras. El par está sostenido en su región media por una tornapunta compleja de hierro, que ofrece al par tres puntos de apoyo. Se pueden establecer así armaduras de 15 metros de luz con piezas de $0^m,10$ de escuadría á lo sumo. La separación de las cerchas es de 4 metros.

Nos permitiremos indicar que la Sociedad de Construcciones económicas construye tinglados de madera y de hierro de cualquier modelo, y se encarga por un tanto alzado de la construcción completa de casas económicas, de fábricas, de explotaciones

agrícolas, etc. A título de información creemos oportuno dar aquí,

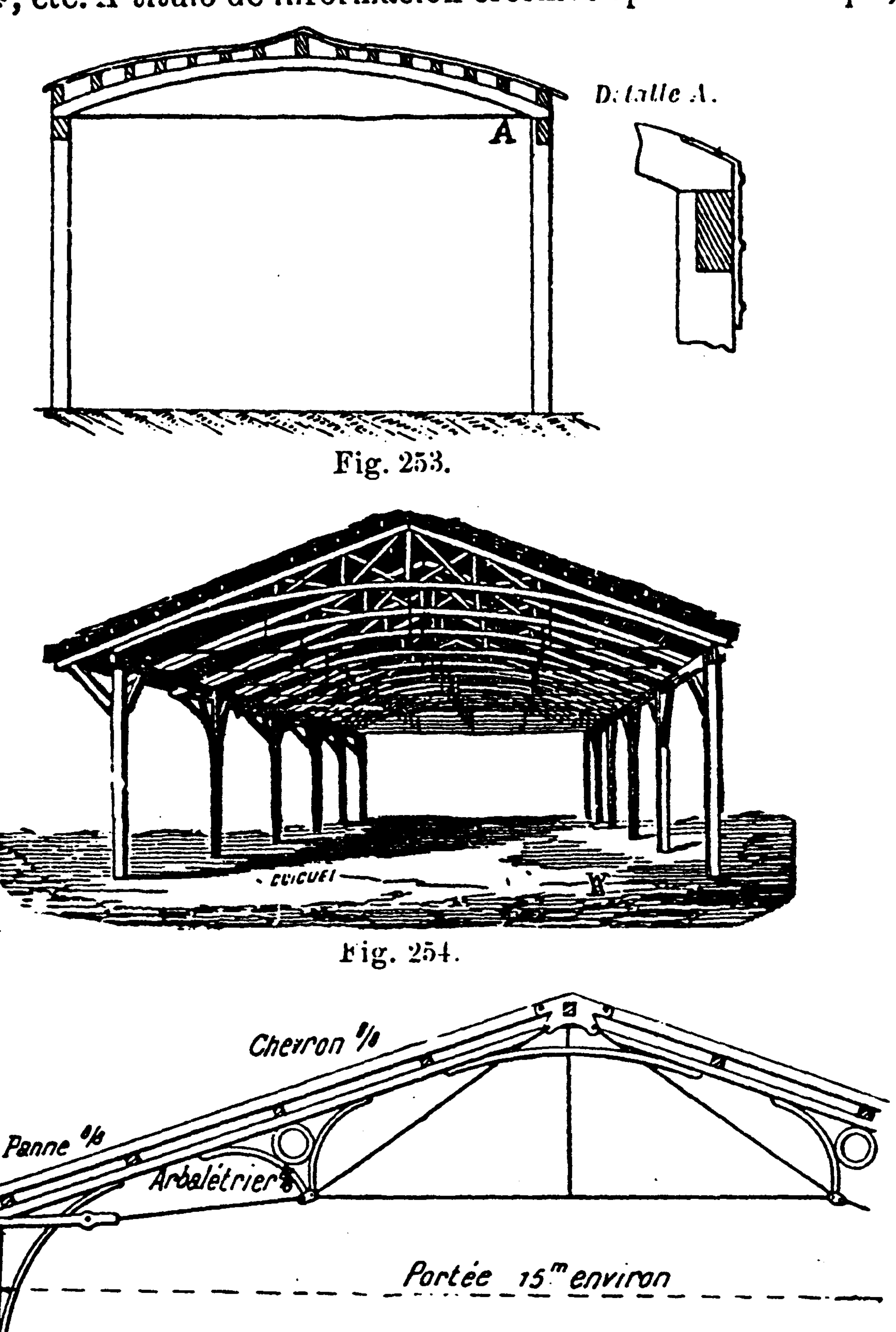


Fig. 253.

Fig. 254.

Fig. 255.

EXPLICACIÓN: *Chevron*, cabio.—*Panne*, correa.—*Arbalétrier*, par.—*Portée 15m environ*, luz de 15m próximamente.

para que pueda servir de base, la tarifa de los tinglados que construye esta Sociedad, con todas las garantías que se pueden desear.

Precio por metro cuadrado de terreno cubierto, incluso el montaje.

(Precio uniforme hasta 12 metros de ancho y 4 de altura.)

	Metro cúbico.	
Armadura de madera y cubierta de cartón embetunado. . .	7,50	francos.
Idem íd. de madera..	8	—
Idem íd. de zinc ordinario, n.º 10.	11,50	—
Idem íd. de tejas mecánicas de enchufe.	12	—
Idem íd. de tejas de zinc n.º 10 ó de zinc ordinario n.º 12. . .	12,50	—
Armadura de madera y hierro y cubierta de todos los sistemas, desde.	13	—
Sobreprecio empleando en los postes roble en vez de pino. .	0,75	—

Las figuras 257 á 264 representan los principales tipos de cerchas de madera que construye la Sociedad de Construcciones económicas de París, y las figuras 266 á 276 diversos tipos interesantes de casas y edificios completos ejecutados por la misma Sociedad.

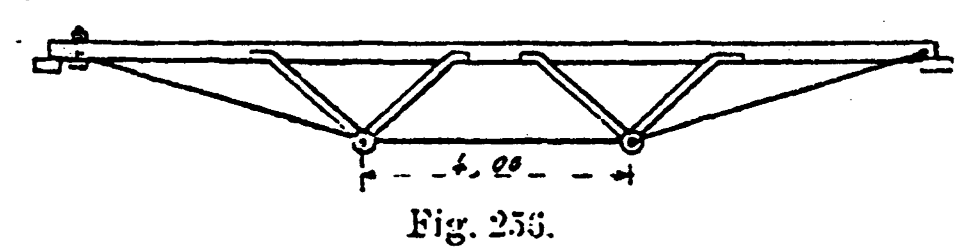


Fig. 255.

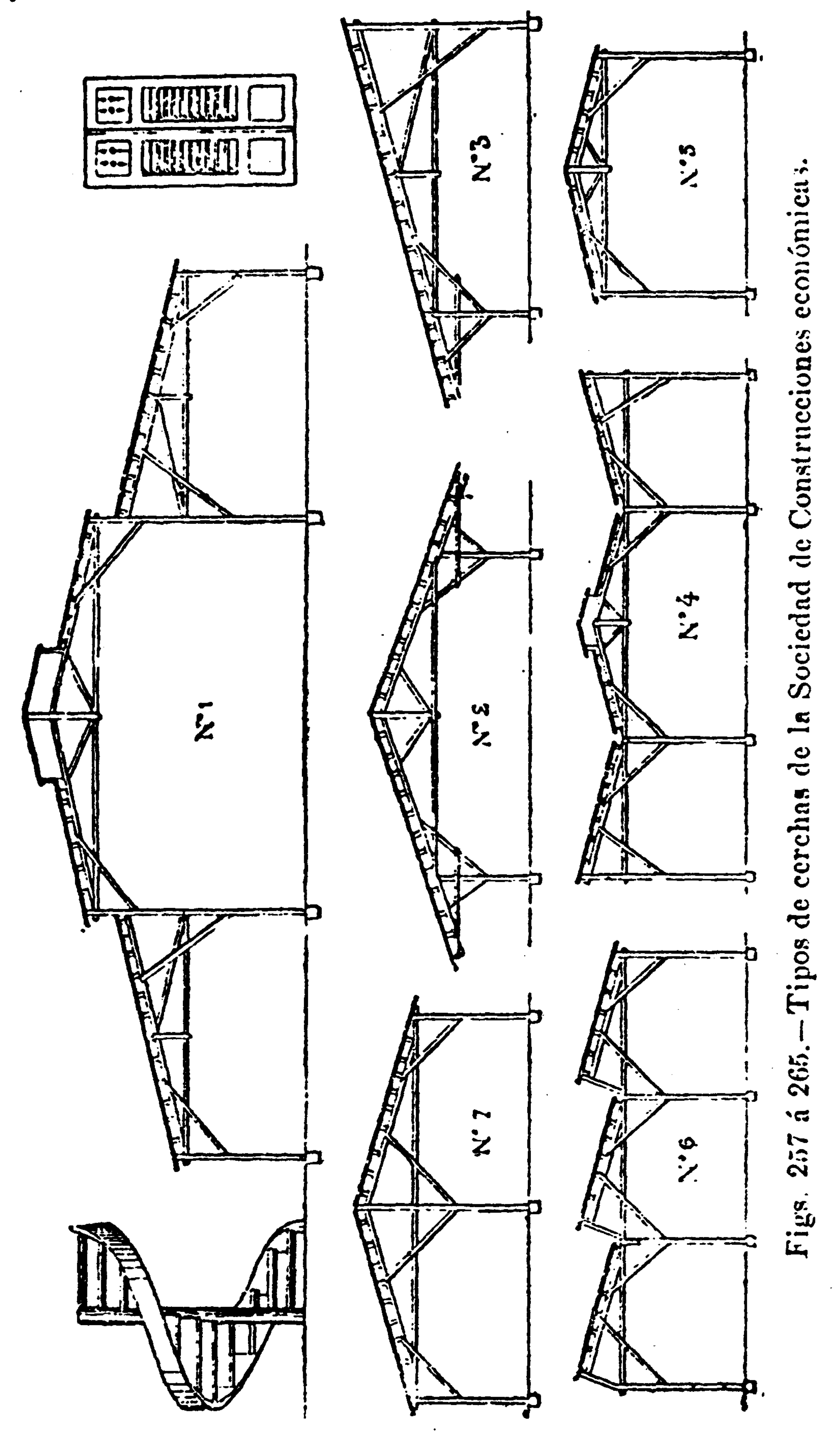
La Sociedad metalúrgica de Amiens construye armaduras mixtas del sistema Laillet, montadas sobre cojinetes de hierro que penetran 0m,50 en el terreno. Estas armaduras van cubiertas con palastro ondulado galvanizado [1]. La figura 277 es un corte vertical de una armadura de este sistema, mixta de pino cepillado y de acero, apoyada sobre postes de madera; las piezas de madera se ensamblan por medio de placas provistas de garras.

La figura 278 es un corte que permite ver la penetración de las garras en la madera por la presión que ejercen los pernos.

El tipo de la figura 277, con cubierta de palastro galvaniza-

[1] Para todo lo relativo á los tejados propiamente dichos de diversos sistemas, véase nuestro tomo XI.

do, cuesta á 8,50 francos por metro cuadrado de terreno cubierto.

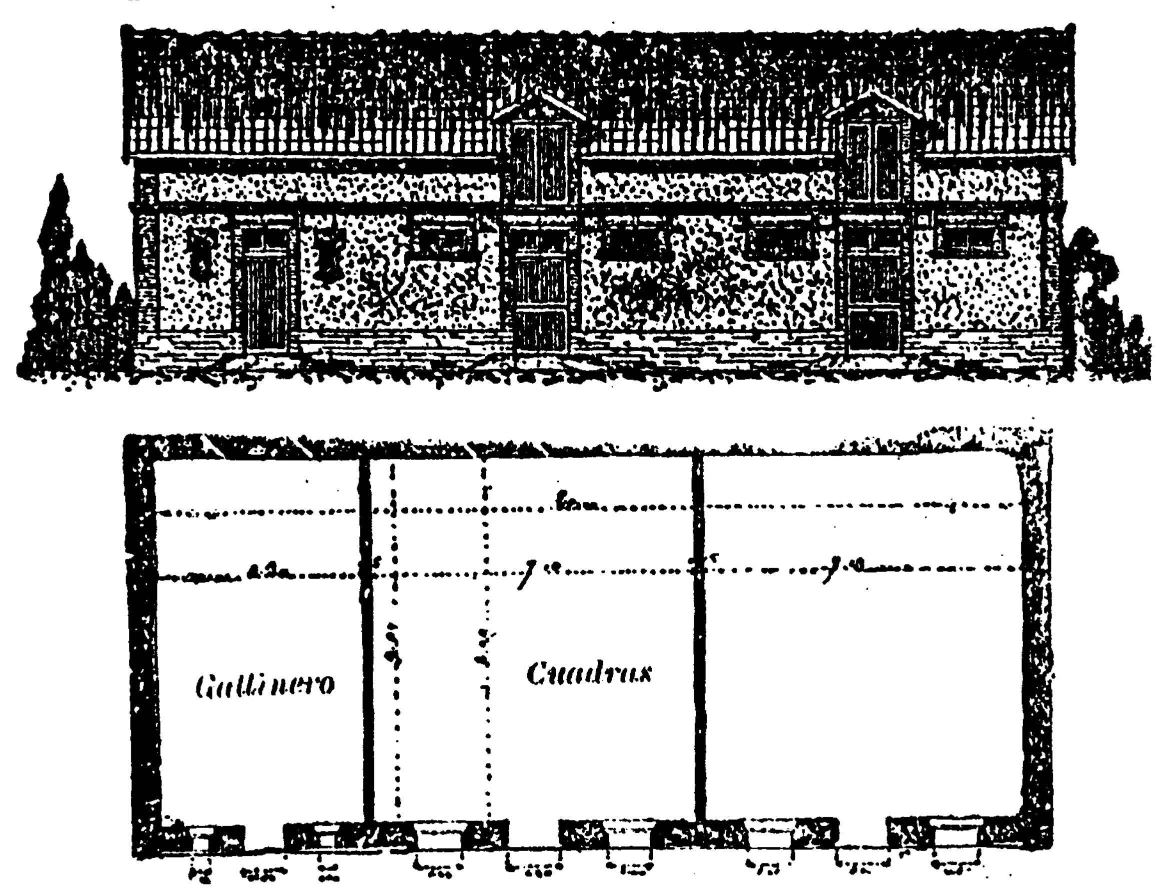


Figs. 257 á 265.—Tipos de cerchas de la Sociedad de Construcciones económicas.

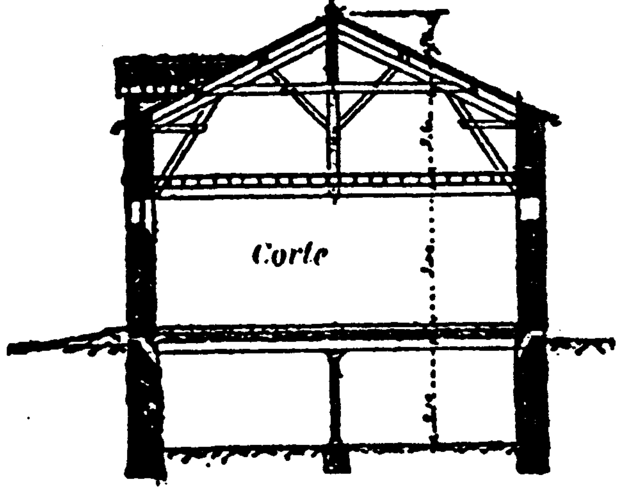
Las **armaduras Shed** (figs. 263 y 279 á 285) constituyen

uno de los mejores tipos de armadura para talleres. El sistema Shed aumenta la cantidad de luz, evitando al mismo tiempo la

Figs. 266 á 268.—Cuadras para granjas y quintas de recreo.

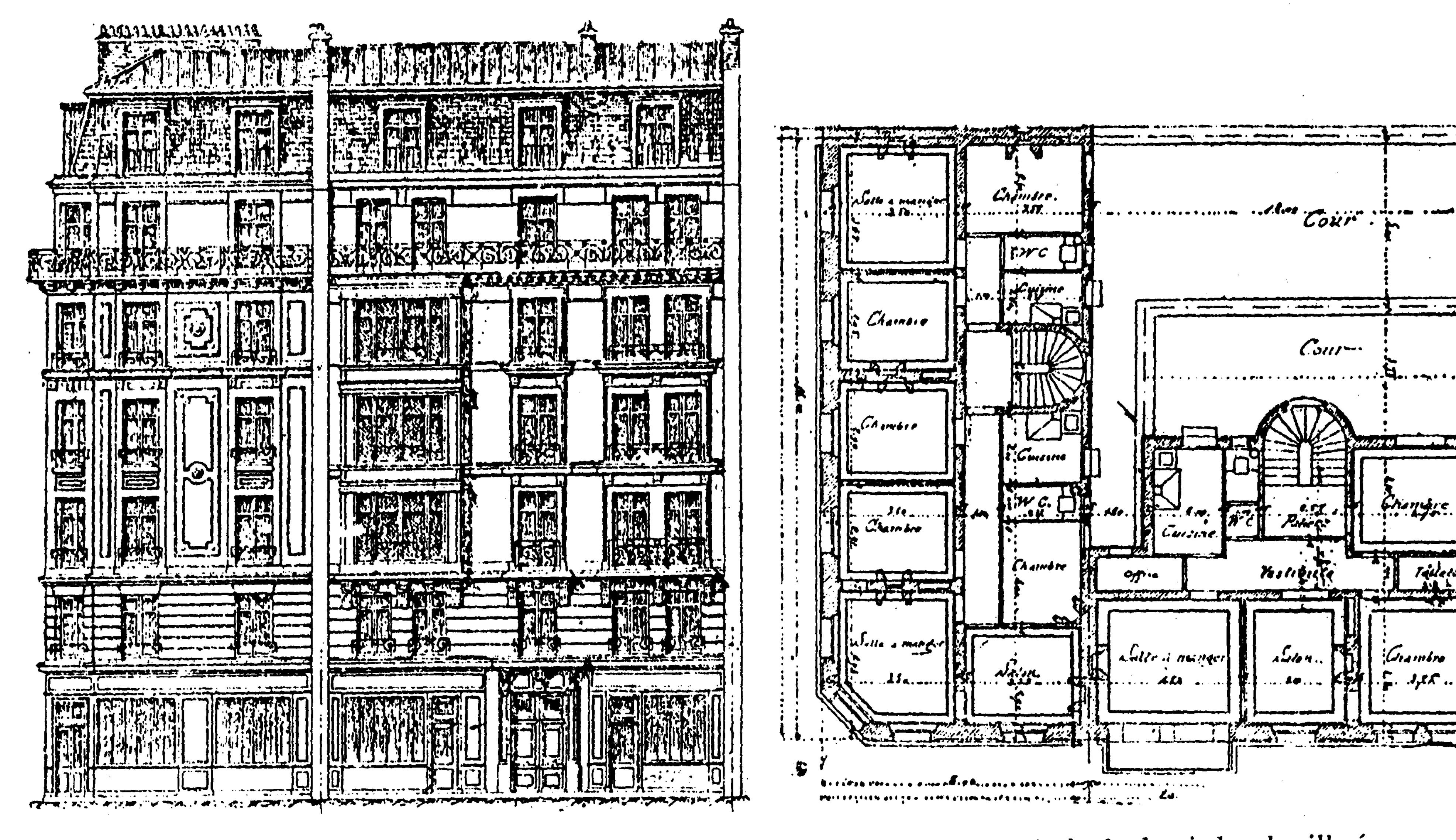


excesiva viveza de los rayos solares. En estas armaduras, el canalón debe ser de dimensiones muy considerables en altura y en ancho, porque la disposición de las vertientes favorece la acumulación de las nieves, y es preciso poderlas expulsar rápidamente fuera del edificio. Las figuras 286 y 287 muestran modelos de canalones de la casa Bigot-Renaux.



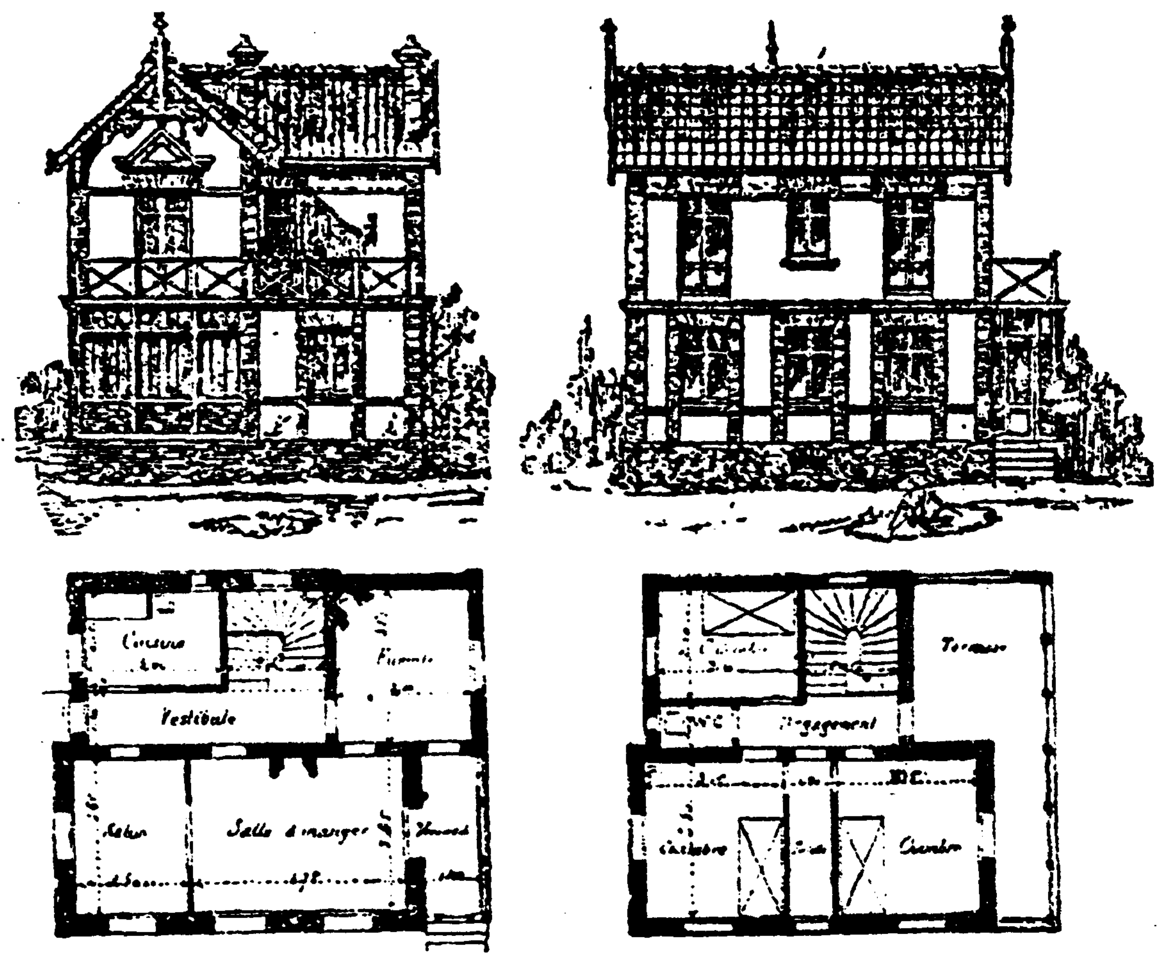
Las figs. 277 á 282 representan una armadura Shed para taller.

Las figuras 283 á 285 son los alzados y cortes de una casa de alquiler, á la cual se halla adosado un taller con armaduras Shed. Esta casa, sita en París en la calle de Demours, ha sido cons-

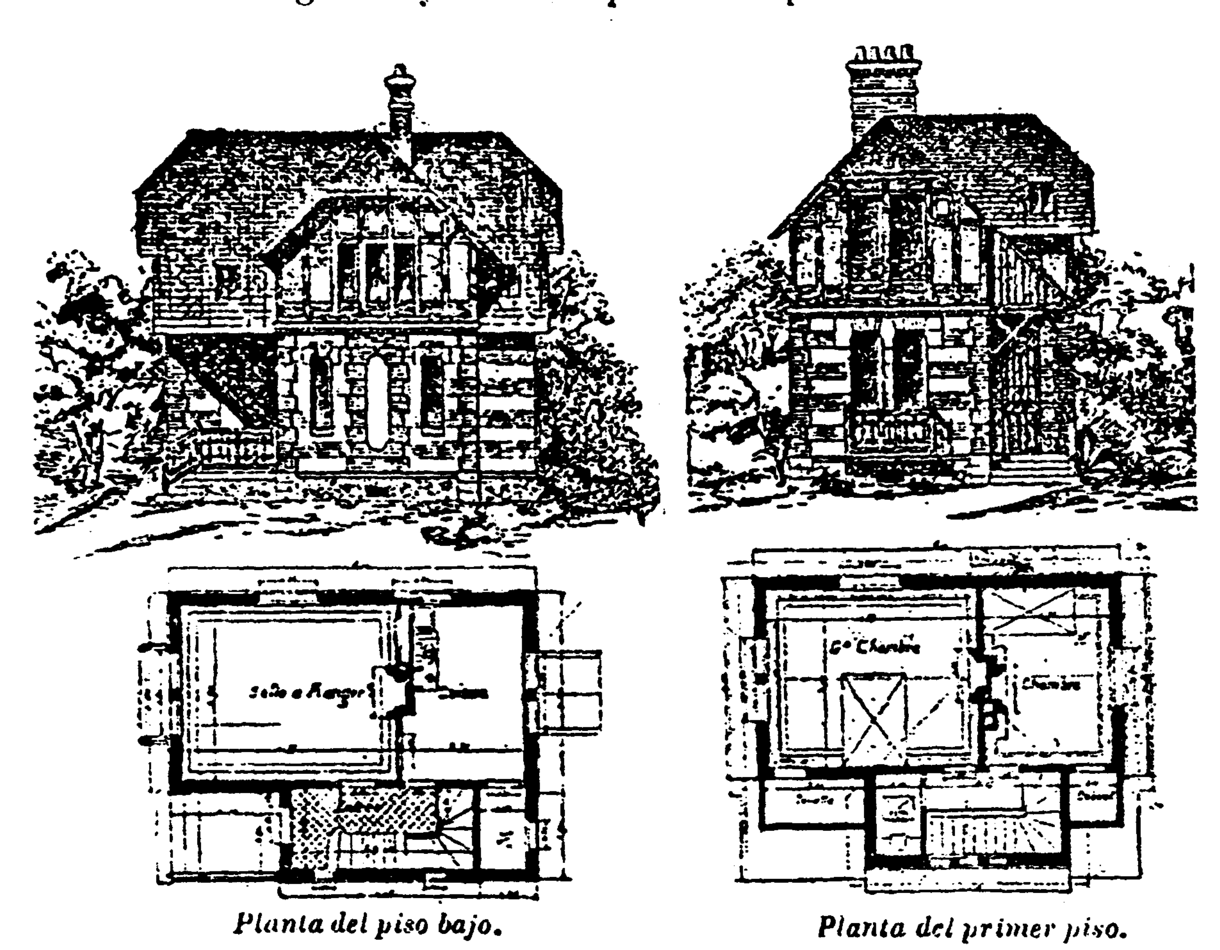


Figs. 269 y 270.– Tipo de casa de alquiler de seis pisos, en París, con fachada de piedra de sillería.

Explicación: *Cour*, patio.—*Chambre*, cuarto de dormir.—*Salon*, sala de recibo.—*Cuisine*, cocina.—*Palier*, descanso de la escalera.—*Toilette* tocador.—*Salle à manger*, comedor.—*Office*, accesorio del comedor.—W. C., retrete.—*Vestibule*, vestíbulo.



Figs. 271 y 272. —Tipo de casa particular.



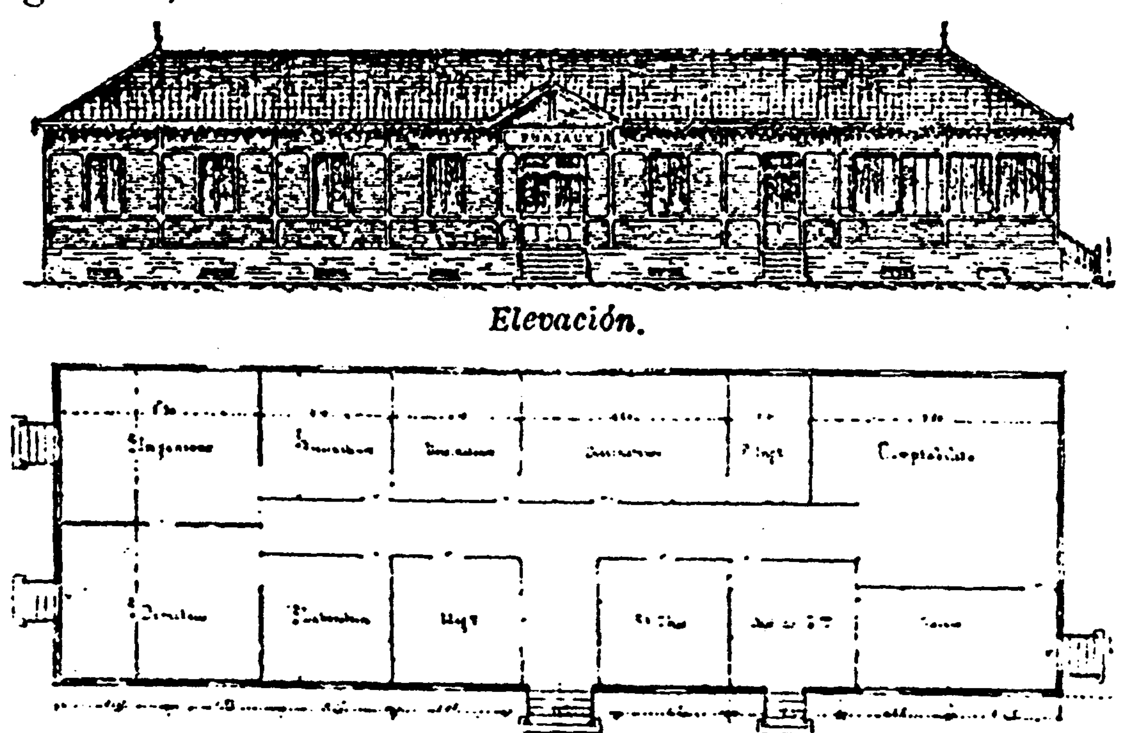
Planta del piso bajo. *Planta del primer piso.*

Figs. 273 y 274.—Quinta de 12.000 francos.

Explicación: *Cuisine*, cocina.—*Vestibule*, vestíbulo.—*Salon*, sala de recibo.—*Salle à manger*, comedor.—*Véranda*, pórtico ó galería cubierta.—*Fumoir*, cuarto de fumar.—*Chambre*, dormitorio.—*Degagement*, pasadizo de la escalera.—*Toilette*, tocador.—*Terrasse*, terraza.—*W. C.*, retrete.—*Entrée*, entrada.—*Cabinet*, gabinete.

truída por el arquitecto Sr. E. Vacherot. El tejado del taller es de tejas de enchufe ó de piezas de palastro galvanizado sobre enlistonado galvanizado; la inclinación es de 0,60 en las partes de cristal y de 0,40 en las cubiertas con teja.

Arriostramiento de las armaduras.—La construcción de las armaduras se funda en el uso del sistema de entramados triangulares, único indeformable.



Elevación.

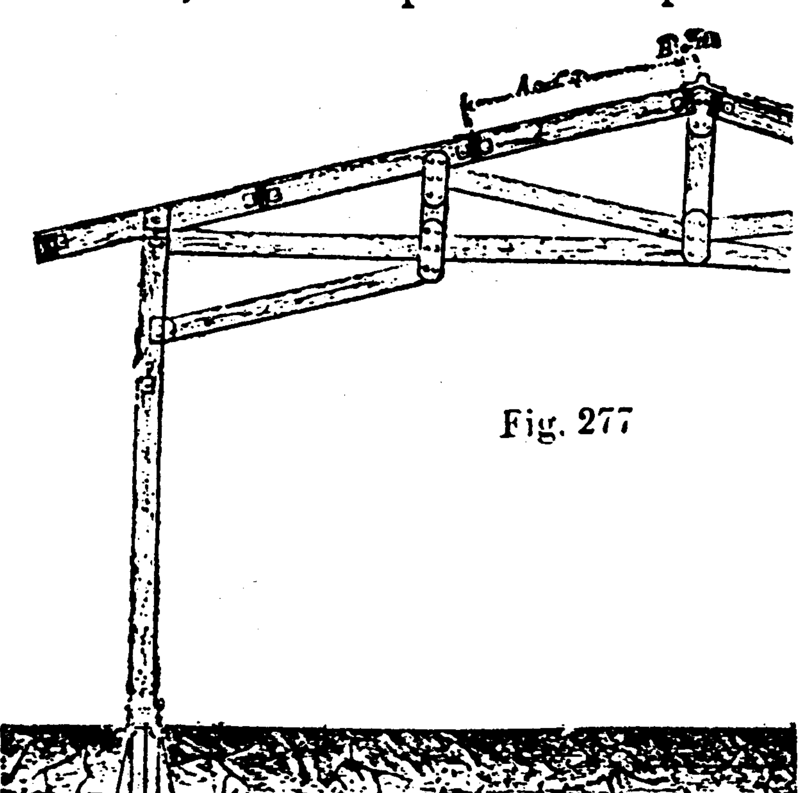
Figs. 275 y 276.—Oficinas para una administración importante.

Explicación: *Ingénieur*, ingeniero.—*Dessinateurs*, dibujantes.—*Sous-ingénieur*, subingeniero.—*Comptabilité*, contabilidad.—*Directeur*, director.—*Laboratoire*, laboratorio.—*Magasin*, almacén.—*Sous-chef*, subjefe.—*Chef de Bureaux*, jefe de oficinas.—*Caisse*, caja.

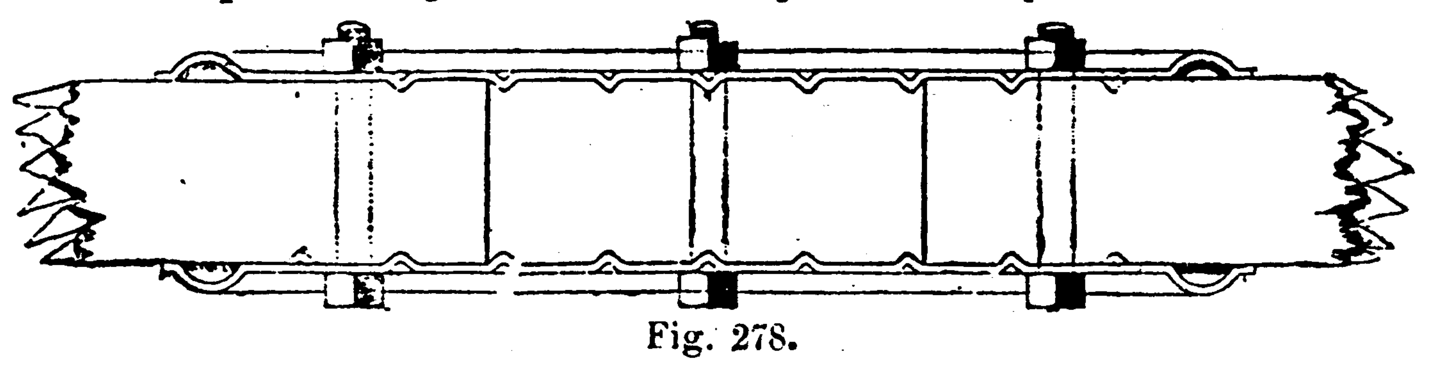
Para consolidar las armaduras y evitar los movimientos posibles en sentido perpendicular á los planos de las cerchas, cuando el espacio cubierto está limitado por piñones, basta el enlace de las cerchas por medio de las correas, empotrando éstas en los piñones (fig. 288).

Cuando la cubierta es de más de dos vertientes, sólo en el caso de ser considerable la longitud son necesarios los arriostramientos. En el caso de una armadura que no se apoya en muros, basta emplear tornapuntas en los planos verticales de la hilera y de

las correas para hacer invariable el ángulo recto que deben formar estas piezas con los planos de las cerchas. Si la verticalidad y el paralelismo de los postes no está asegurado por un relleno de fábrica construído entre ellos, deben emplearse tornapuntas para triangular los entramados verticales que forman con las correas extremas (figuras 248 y 289). La armadura de madera del picadero de Moscou tiene 40 metros de luz; es el límite para las de madera; en cambio, con las de hierro se puede pasar de 100 metros.


Fig. 277

Armaduras curvas y cónicas.—Las cerchas de madera, *sin tirante*, están formadas por *arcos* que sostienen los pares. Los tipos de Filiberto

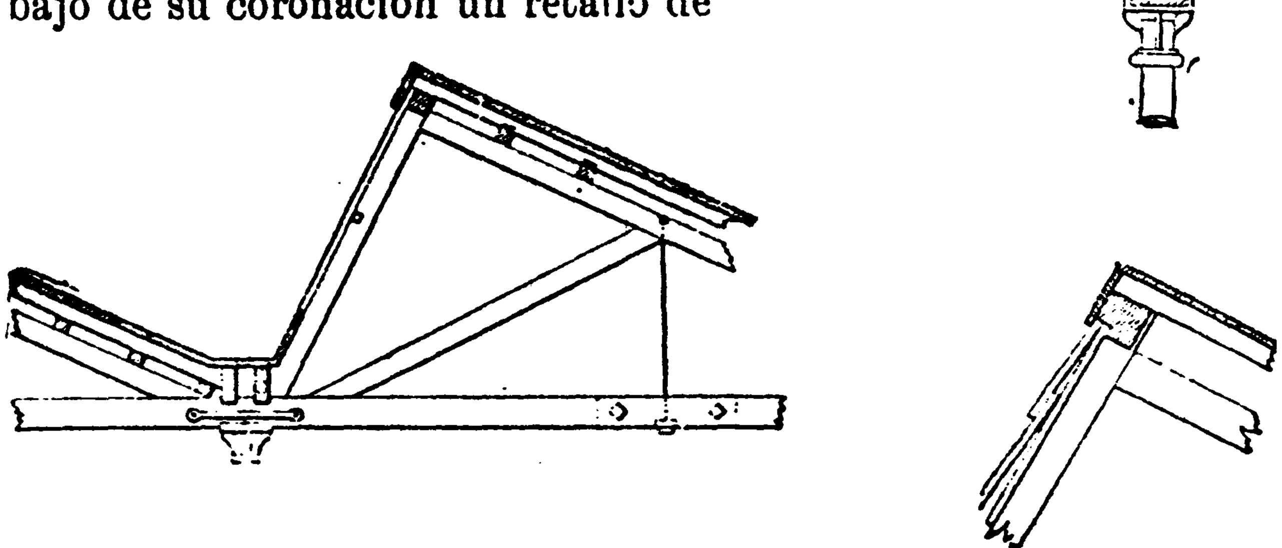

Fig. 278.

Delorme y del coronel Emy se prestan á salvar grandes luces. La forma ojival es la más favorable para la evacuación de las aguas.

La *armadura de cúpula de Filiberto Delorme* se compone de tablones de $1^m,30$ de longitud próximamente, unidos entre sí por clavos ó cabillas de madera, enlazándose las cerchas por riostras horizontales que las atraviesan y apretadas con cuñas. Estas riostras deben tener el mismo canto que los tablones curvos y

por tabla cuatro veces el canto. Los tablones, hechos solidarios entre sí, adquieren tal fijeza que los arcos no ejercen empujes laterales sobre los muros en que se apoyan. Con este sistema se pueden construir cerchas de medio punto, elípticas, ojivales, etc.

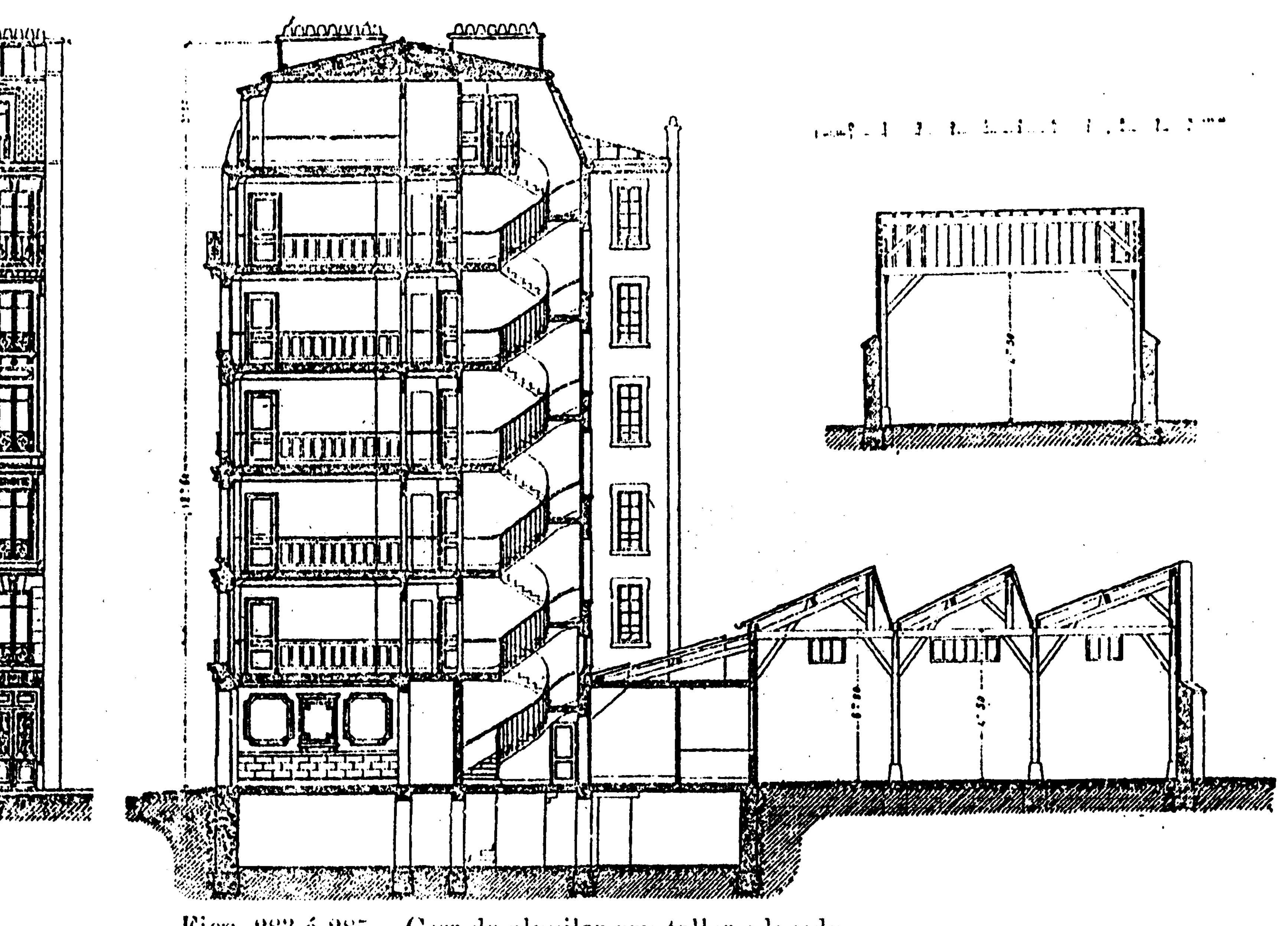
Las figuras 290 á 296 representan una armadura de arco ojival. Para armaduras de $7^m,80$ de diámetro, se emplean tablones curvos de $0^m,21$ de ancho por $0^m,02$ de espesor. Para luces de $11^m,70$ los tablones tienen $0^m,27$ por $0^m,04$. En las armaduras de $19^m,50$, son de $0^m,35$ por $0^m,05$.
Para apoyar estas armaduras en los muros se deja á un metro por debajo de su coronación un retallo de la mitad del espesor del muro, y en este retallo se coloca una carrera de $0^m,21$ á $0^m,24$ de espesor; se abren en esta pieza rebajos distantes entre sí $0^m,65$ para recibir los arranques de los arcos, que hacen las veces de cabios.



Figs. 279 á 282.—Armadura para taller con iluminación por la vertiente que da cara al Norte (sistema Shed).

Este sistema es costoso, porque los tablones valen más que las piezas de escuadrías ordinarias. Para las construcciones pequeñas tiene la ventaja de ser ligero y de poderse apoyar en muros de poco espesor.

La *armadura Emy* para luces de 20 metros es un arco que se compone de tablones estrechos de mucha longitud (12 á 13



Figs 283 á 285. - Casa de alquiler con taller adosado.

metros por $0^m,13 \times 0^m,055$), superpuestos y encorvados según su espesor por virtud de su flexibilidad únicamente; el arco va unido por medio de manguetas-cepos á los pares exteriores. La figura 298 da los detalles del pie de una cercha. Las cerchas distan entre sí 3 metros y van arriostradas por cepos horizontales.

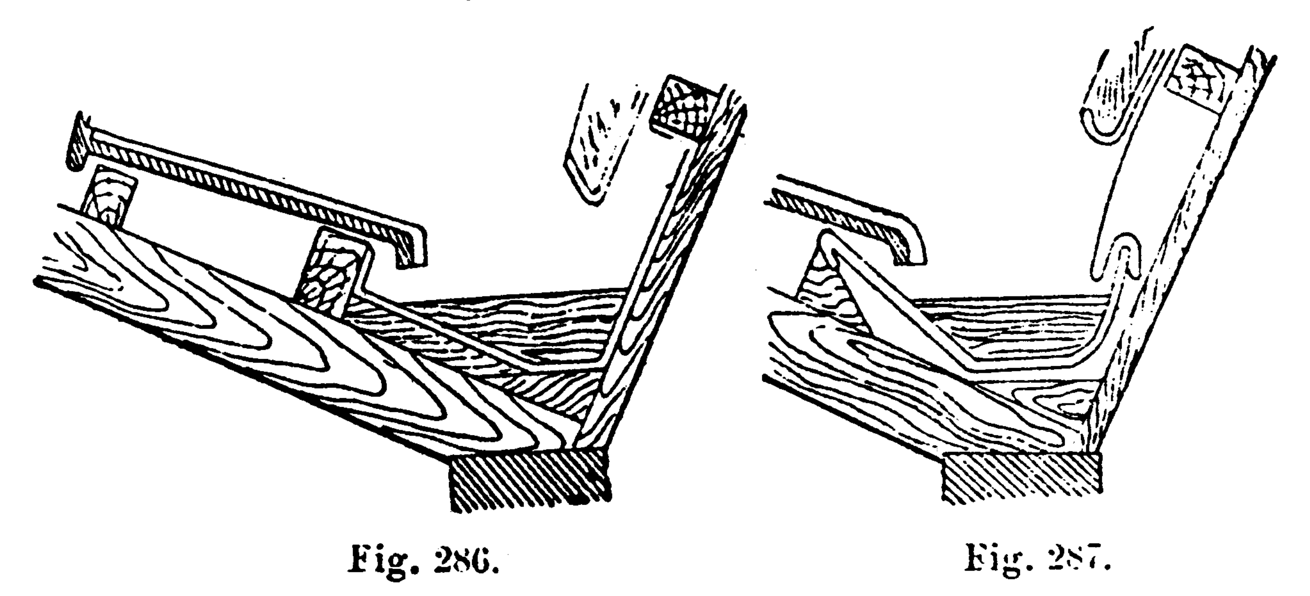


Fig. 286. Fig. 287.

La *armadura cónica* (fig. 297) *para cubrir espacios de planta circular* es de base circular y el ángulo en el vértice es agudo. Se emplea para cubrir torres y torreones. Las riostras circulares que sustituyen á las correas y forman anillos horizontales se colocan á alturas tales que los cabios resulten distantes entre sí de $0^m,40$ á $0^m,50$; se emplean uno ó dos de estos anillos, según la altura de la armadura. La separación de los cabios es á lo sumo de $0^m,40$ á $0^m,48$ de eje á eje.

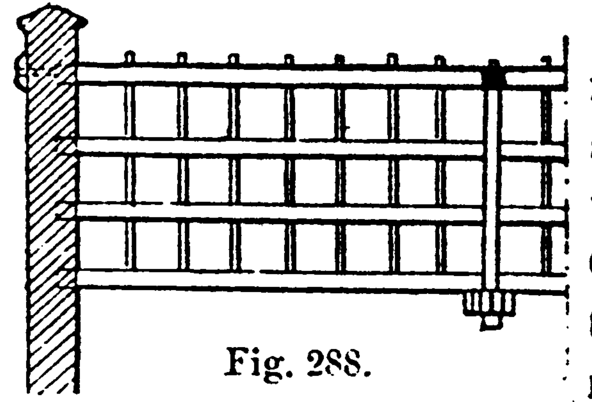


Fig. 288.

Las figuras 299 á 306 dan á conocer otros tipos de armaduras cónicas ó esféricas.

Armaduras para flechas y campanarios.—Las armaduras de las torres de iglesias se componen de entramados con cruces de San Andrés, ó más sencillamente con un poste central que se llama *nabo* (figs. 307 y 308), el cual se apoya en un en-

rayado compuesto de dos piezas cruzadas, ensambladas á media madera; según las generatrices del cono se colocan los pares A y los cabios. Las correas, que constituyen anillos horizontales, circulares ó poligonales, se apoyan en egiones.

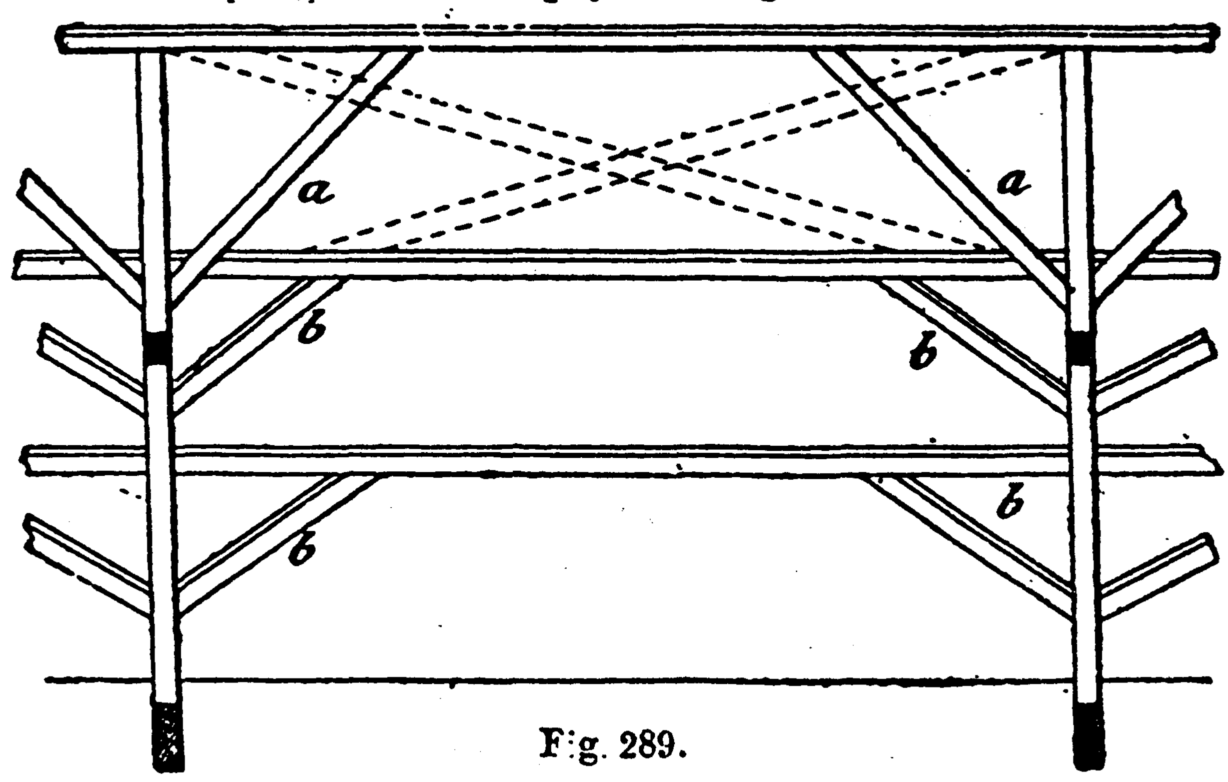
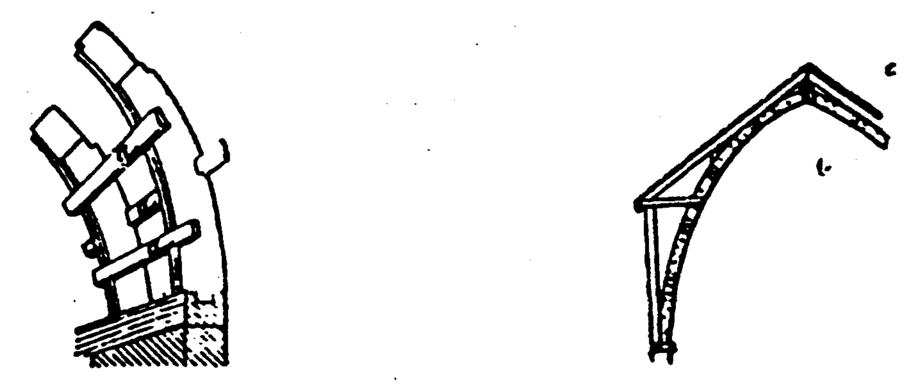


Fig. 289.

Proporciones de las armaduras ordinarias de madera.—Cuando la luz pasa de 5 metros se emplea un puente de



Figs. 290 y 291.—Arriostramiento de las cerchas, sistema Filiberto Delorme; *a*, riostras.

7 metros á 7^{m},50; el tirante debe ser sostenido en un punto, y para 10 metros en dos puntos intermedios.

La separación de las correas de eje á eje que se adopta generalmente es de 3^{m},50 á 4 metros para cubiertas de teja y de 4 metros á 4^{m},50 para cubiertas metálicas.

La separación de los cabics varía ordinariamente de $0^m,33$ á $0^m,60$; no obstante, en algunos casos esta separación puede llegar á $1^m,50$ y á 2 metros.

Se puede dar como flecha á una armadura la tercera parte del ancho exterior del edificio; la pendiente es en este caso de 2/3.

La presión ejercida por un viento huracanado contra una superficie normal á su dirección es próximamente de 110 kilogramos por metro cuadrado ([1]).

Para una armadura de dimensiones medias, se necesita $0^{m3},09$ de madera por metro cuadrado con cubierta de pizarra de 45° de inclinación y $0^{m3},105$ con cubierta de pizarra y 60° de inclinación.

La cubierta de tejas comunes colocadas en seco con una inclinación de 18 á 21° exige de $0^{m3},058$ á $0^{m3},068$ de madera por metro cuadrado de espacio cubierto. Este cubo es de $0^{m3},09$ para una cubierta de teja plana con 45° de inclinación.

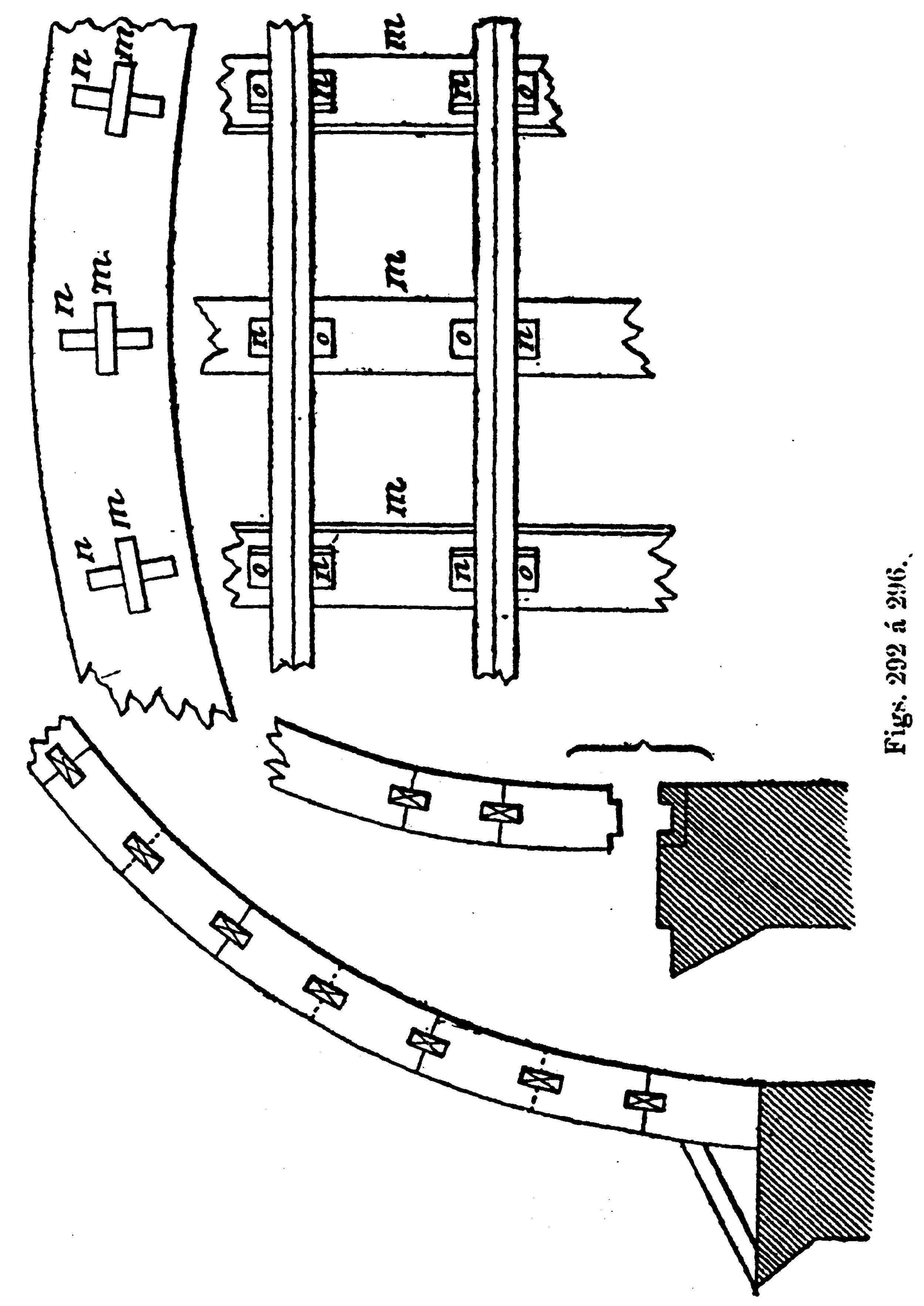
Con tejas comunes asentadas con mortero sobre enlistonado de madera, siendo la pendiente de 18 á 21°, se necesita de $0^{m3},067$ á $0^{m3},072$ de madera por metro cuadrado.

Distribución económica de las correas en una armadura de madera.—Resumimos aquí las reglas principales referentes á la distribución económica de los elementos de una armadura.

En el caso en que sea grande la separación de las cerchas, las correas resultan muy cargadas, y por lo tanto sus escuadrías

([1]) Esta cifra es insuficiente para construcciones importantes muy expuestas á la acción del viento, como los viaductos y puentes metálicos de grandes luces. En este caso se admite como base del cálculo una presión de 270 kilogramos por metro cuadrado. Sin embargo, no puede realizarse esta presión tan considerable estando el puente cargado con trenes, porque la circulación deja de ser posible cuando la presión producida por el viento excede de 170 kilogramos por metro cuadrado. Se estudia la estabilidad en ambas hipótesis y se dispone la obra de modo que su seguridad sea perfecta en el caso más desfavorable. Véase nuestra *Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes*, pág. 223 y siguientes. (*N. del T.*)

son muy considerables; por consiguiente, no se deben adoptar



Figs. 292 á 296.

tramos muy largos entre las cerchas á fin de disminuir el coste. Así, desde el punto de vista de la economía de madera, convienc

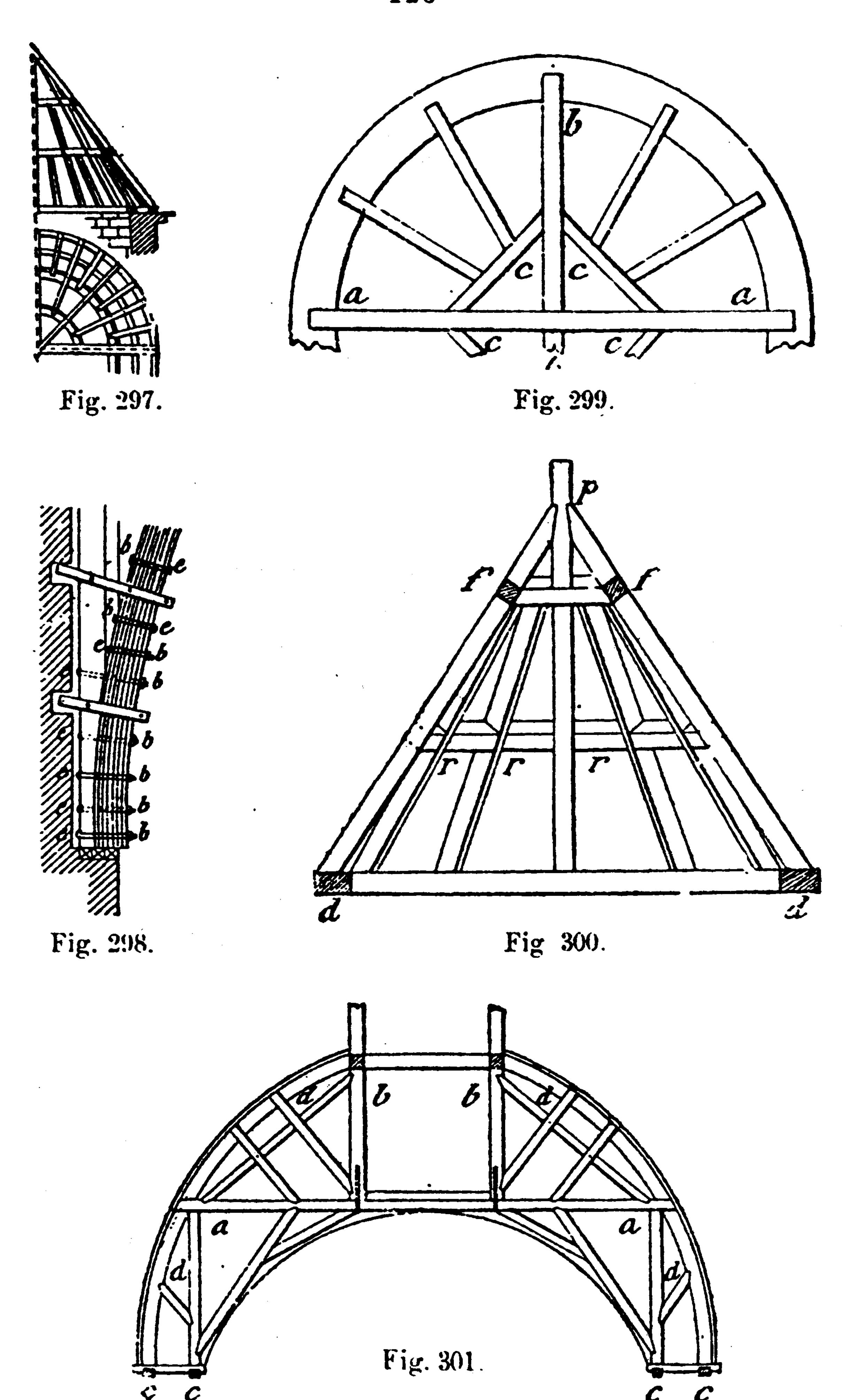


Fig. 297.

Fig. 299.

Fig. 298.

Fig 300.

Fig. 301.

aproximar las cerchas hasta cierto límite, teniendo en cuenta la

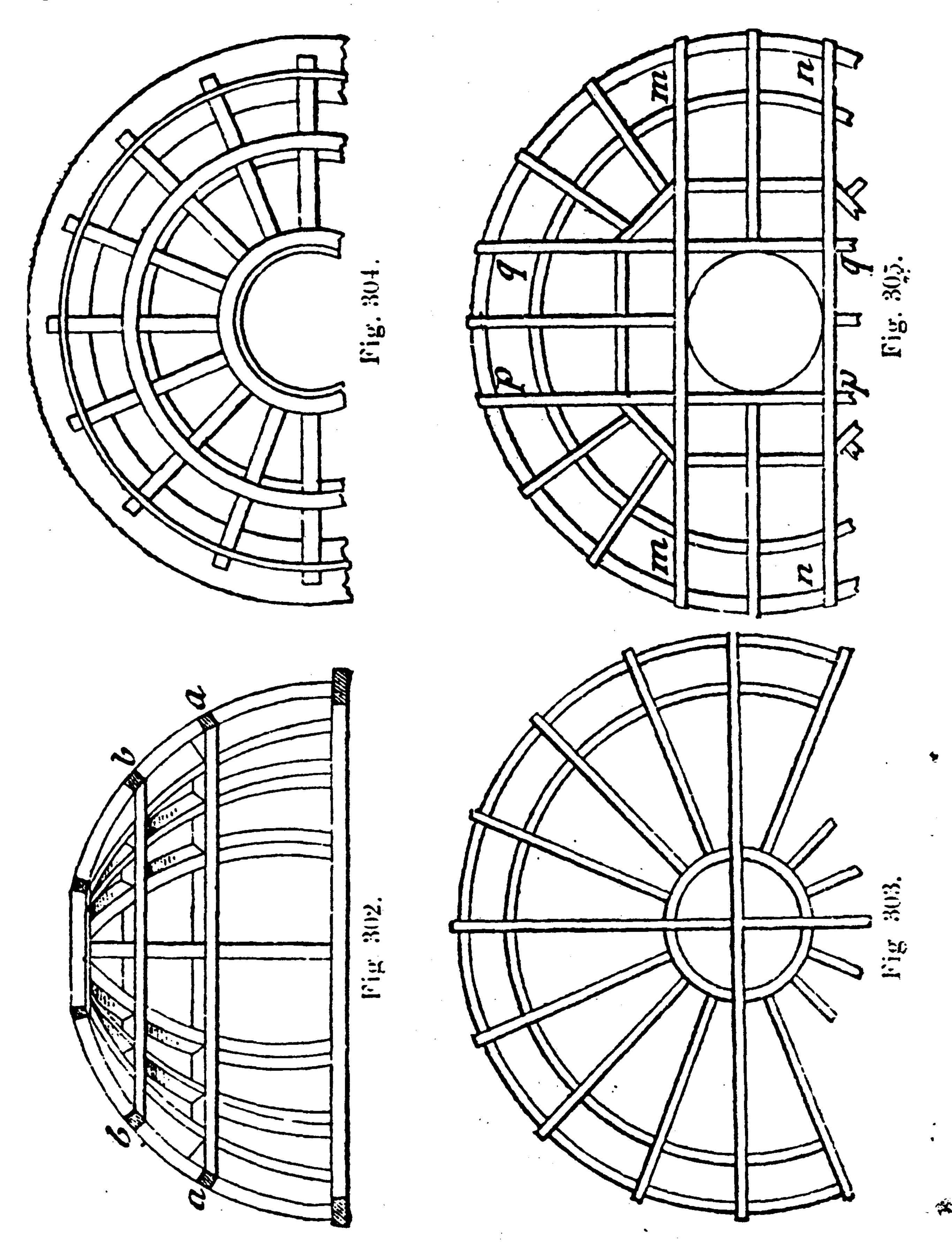


Fig. 304.

Fig. 305.

Fig. 302.

Fig 303.

disposición y el aprovechamiento del espacio que queda debajo de las armaduras. Después de haber fijado la separación de las

cerchas, se fijará la distancia de las correas, la cual deberá estar comprendida entre el tercio y el cuarto de aquélla. Manteniéndola entre estos límites, quedan satisfechas las condiciones de economía desde el punto de vista de la escuadría de las maderas. Se sabe que en la práctica la madera es tanto más costosa cuanto mayores son las escuadrías de las piezas empleadas.

Respecto á la separación de los cabios, es casi invariable para todos los tipos de armaduras; la ordinaria es de $0^m,50$ á $0^m,60$. La distancia de las cerchas varía de 3 á 4 metros y á veces más. Para el cálculo de los elementos de una cercha se debe examinar si, según la disposición adoptada: 1.°, los pares resisten solamente esfuerzos de flexión, ó 2.°, de compresión; ó en fin, 3.°, de compresión y de flexión á la vez. Así, en una cercha como la representada en la figura 309, compuesta de dos pares y un tirante, como sobre los pares se apoyan las correas, aquéllos trabajan por flexión, y el tirante, que se opone á la separación de los pares, soporta un esfuerzo de tensión.

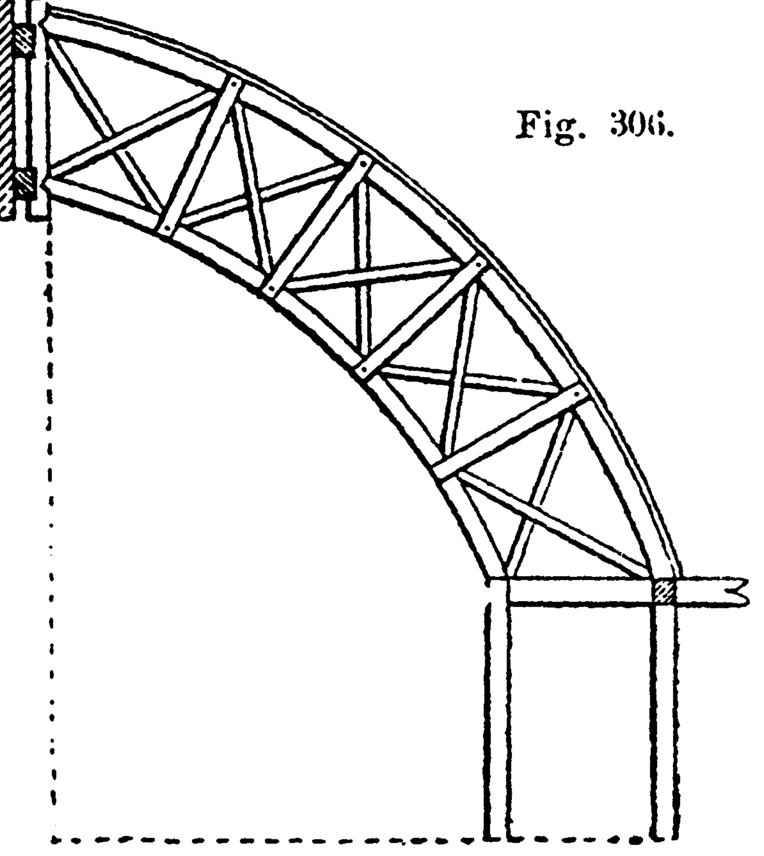


Fig. 308.

En la cercha de la figura 310, los pares están sostenidos en puntos intermedios correspondientes á las correas; de donde resulta que las diversas piezas de esta cercha sufren esfuerzos de compresión ó de tensión, siendo comprimidos los pares y las tornapuntas, y trabajando por tensión el pendolón y el tirante.

Según esto, el par debe ser calculado sucesivamente como sometido á la flexión y á la compresión, sumando los esfuerzos má-

ximos por centímetro cuadrado de material obtenidos en los dos cálculos.

Pendiente de los tejados (1).—Esta pendiente, dice Wanderley, es muy variable. Depende de la textura de la sustancia que constituye la cubierta y del tamaño de los elementos que la forman. Si éstos son pequeños, el número de juntas y de intersticios es muy grande y no se consigue la impermeabilidad si no se adoptan las precauciones oportunas.

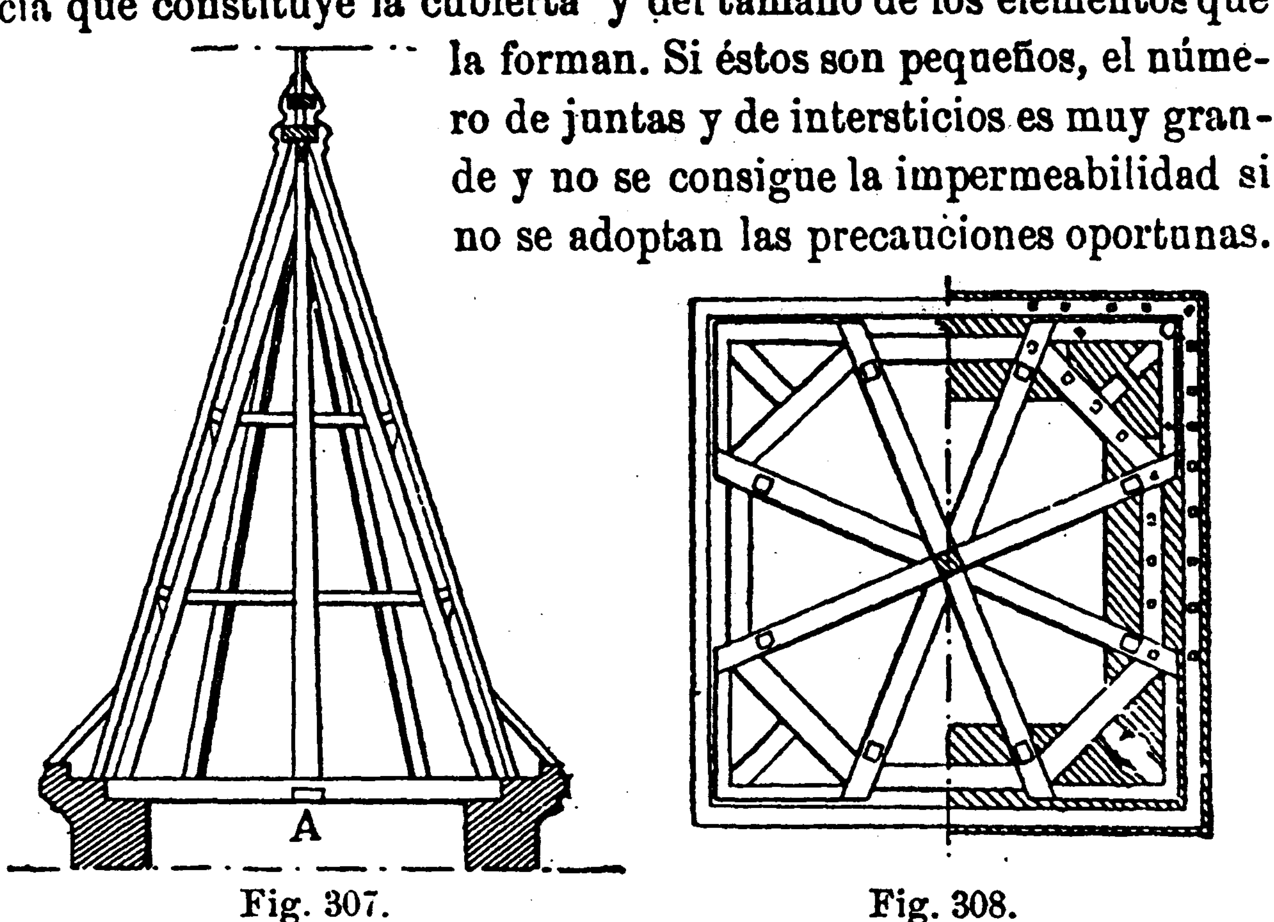
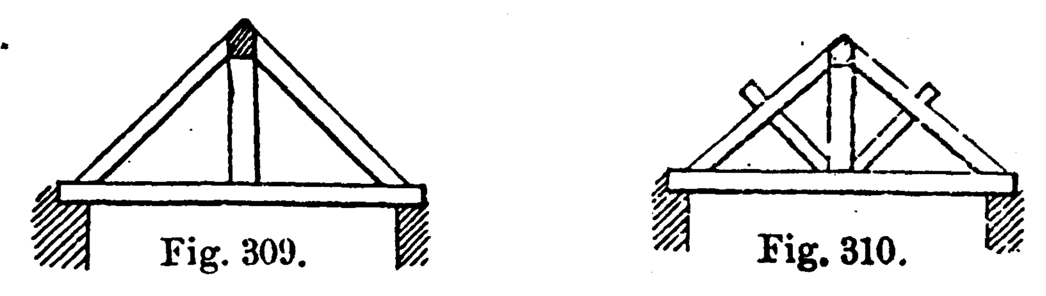


Fig. 307. Fig. 308.

Por otra parte, la inclinación límite no es siempre la misma para cubiertas de una misma naturaleza, porque depende también de


Fig. 309. Fig. 310.

la exposición del edificio. En una ciudad ó en una manzana de casas, la construcción se halla relativamente resguardada; en medio del campo ó en una posición elevada, estará expuesta á todos

(1) Véase nuestro tomo XI para los diversos sistemas de cubiertas.

los vientos, y la lluvia y la nieve podrán penetrar más fácilmente por las juntas del tejado. En fin, la inclinación de la cubierta depende también, hasta cierto punto, del grado de combustibilidad de los materiales que la componen; los tejados fácilmente combustibles tienen pendientes mayores que los llamados incombustibles.

El siguiente cuadro indica las inclinaciones que conviene adoptar para las diferentes clases de cubiertas, según G. Wanderley:

NATURALEZA DE LA CUBIERTA		Razón de la flecha á la luz.	Ángulo con la horizontal.
Paja		3/5 á 1/2	50° á 45°
Tejas planas (1).	de recubrimiento simple	1/2 á 1/3	45° á 33°,40'
	de doble recubrimiento	3/8 á 1/3	46°,50 á 33°,40'
Pizarra	en posición resguardada.	1/4 á 1/5	26°,30' á 22°
	en posición expuesta	1/2 á 1/3	45° á 33°,40'
Cartón embreado	en posición resguardada	1/8 á 1/10	14°,10' á 11°,20
	en posición expuesta (2).	4/6 á 1/8	18°,30' á 14°,10'
Zinc y palastro galvanizado		1/12	9°,50'
Asfalto		1/24	4°,50'
Betún de alquitrán		1/16	7°,50'

Los tejados de pendiente rápida no se emplean ya en las casas de alquiler de las poblaciones ni en los edificios públicos; se aprovecha mal con ellos el espacio cubierto (3). Estos tejados sólo son aceptables en las iglesias y en los edificios de estilo gótico, cuyo carácter arquitectónico requiere inclinaciones muy acentuadas.

Es fácil ver, examinando las figuras 311 y 312, que desde el punto de vista del aprovechamiento del espacio que queda bajo las armaduras, los tejados de poca inclinación conducen á una

(1) El empleo de tejas mecánicas ha permitido reducir la inclinación del tejado hasta 25° y aun hasta 21°.

(2) Es conveniente no bajar de 18° en los tejados de esta clase.

(3) Se evitan las pendientes fuertes, porque exigen mayor *cubo* de madera y dan mayor superficie de tejado que las pendientes medias.

solución más aceptable que los de pendiente rápida. Así, suponiendo una inclinación de 45° y un edificio de 18 metros de anchura, la superficie comprendida en el perfil limitado por las vertientes del tejado y el piso es de

$$\frac{18 \times 9}{2} = 81 \text{ metros cuadrados.}$$

Pero esta misma superficie se puede obtener con una pendiente de 18°,30′, apoyando las armaduras sobre muros de 3 metros de altura sobre el piso, porque resultaría entonces

$$\frac{3 \times 18}{2} + 3 \times 18 = 81 \text{ metros cuadrados.}$$

Esta diferencia llega á ser sensible principalmente en edificios muy anchos. Cuando el edificio es estrecho, puede haber ventaja en adoptar una pendiente bastante fuerte. Mas cuando la incli-

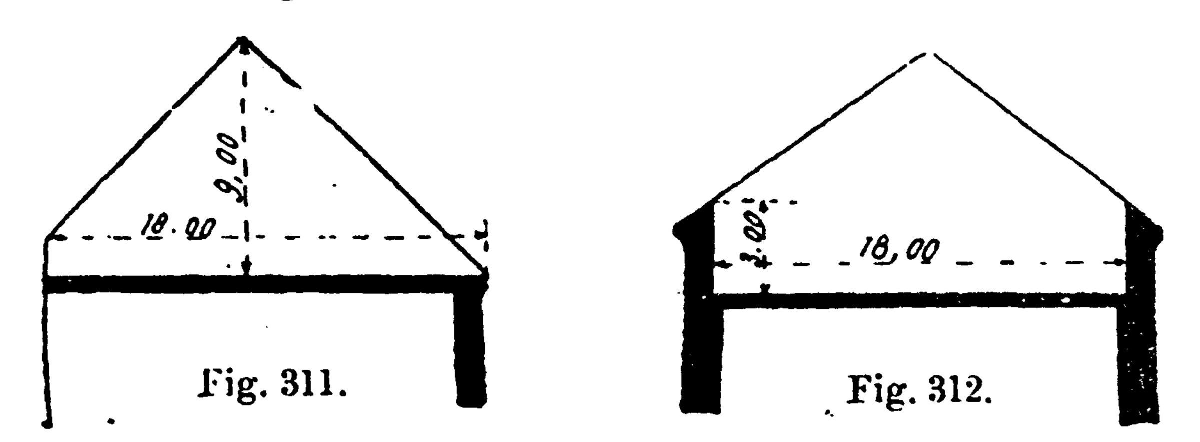


Fig. 311. Fig. 312.

nación no está determinada por circunstancias especiales, se deberá elegir la solución que produzca mayor economía; la reducción realizada en el tejado de poca pendiente queda á veces compensada con creces por el suplemento de gasto que ocasiona el aumento de fábrica.

Para poder determinar las dimensiones de las piezas de la armadura es necesario conocer las cargas que actúan sobre ellas. Estas cargas son, por una parte, el peso propio del tejado y de la armadura, y por otra, la presión ejercida por el viento y accidentalmente el peso de una capa de nieve.

El peso propio de las principales clases de cubiertas figura en el cuadro siguiente:

NATURALEZA DE LA CUBIERTA	Peso por metro cuadrado según la pendiente.
Paja sin barro.	60 kilogramos.
Teja plana: { de recubrimiento simple	100 —
Teja plana: { de recubrimiento doble.	127 á 140 kilog.
Pizarra (incluso el eulistonado).	70 —
Zinc (incluso el enlistonado y los tacos).	40 —
Palastro ondulado (sin enlistonado).	24 —
Cartón embreado (incluso el enlistonado)	30 —

La carga debida á la nieve se puede estimar en 75 kilogramos por metro cuadrado de proyección horizontal de cubierta, admitiendo un espesor de nieve de $0^{m},60$ y una densidad de 0,125 (1).

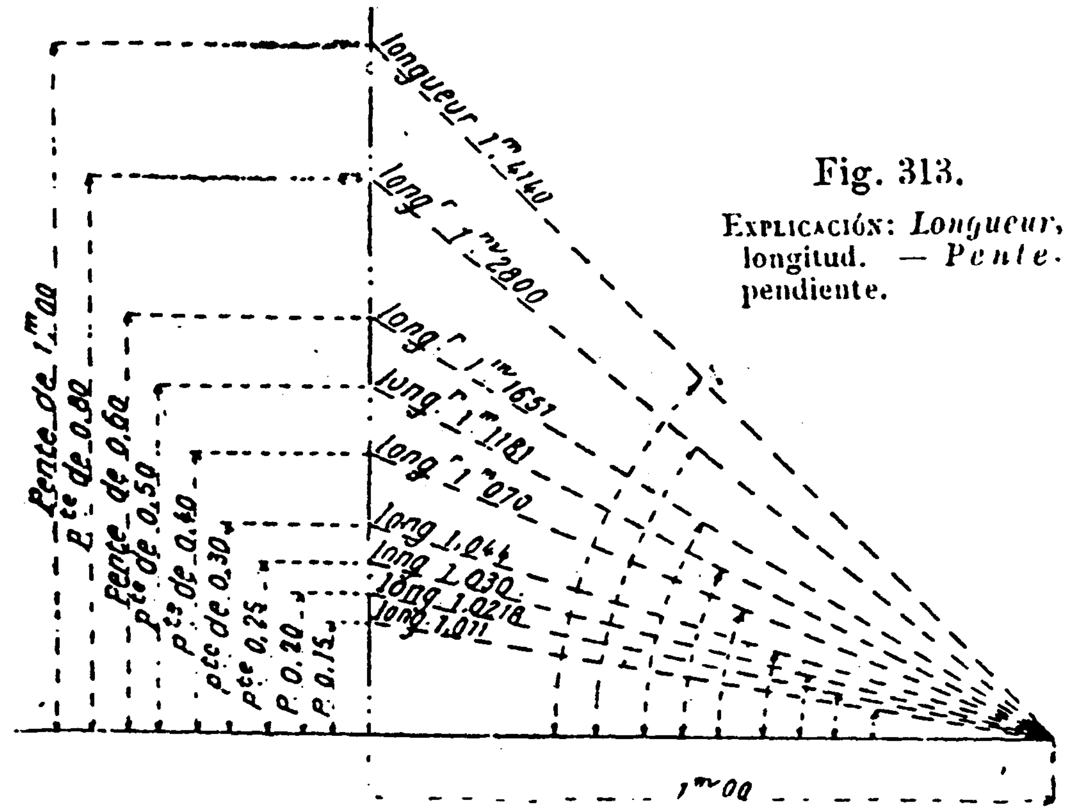


Fig. 313.

EXPLICACIÓN: *Longueur*, longitud. — *Pente*, pendiente.

El cuadro siguiente da los valores de la componente normal de la carga debida á la nieve para diferentes inclinaciones del tejado.

El viento ejerce evidentemente una acción mucho más enérgica sobre una superficie muy pendiente que sobre otra de me-

(1) La cifra 75 kilogramos se aplica á países más fríos que Francia. Se considera generalmente como suficiente, para el Norte de Francia, una sobrecarga de 25 kilogramos por metro cuadrado.

nor inclinación. Se admite ordinariamente que su dirección forme un ángulo de 10° con la horizontal. Encuentra, por lo tanto, oblicuamente los planos de las vertientes del tejado, y se puede descomponer en dos fuerzas: una horizontal (H) y otra vertical (V), siendo la primera mucho más importante.

Los valores numéricos que resultan en cada caso, teniendo en cuenta las consideraciones precedentes, para la acción del viento y de la nieve, son los consignados en el cuadro adjunto:

Pendiente del tejado.	Razón de la flecha á la luz. Armadura á dos aguas.	Angulo α con la horizontal.	Carga debida á la nieve en kilogramos.	PRESIÓN DEL VIENTO	
				H	V
1/12	1/24	4°,50′	74,70	0,16	1,94
1/6	1/12	9°,30′	73,95	0,70	4,17
1/3	1/6	18°,30′	71,10	3,69	11,02
1/2	1/4	26°,30′	67,13	10,71	20,16
1/1,5	1/3	33°,40′	62,40	20,83	31,29
1/1,2	5/12	99°,50′	57,60	32,63	39,15
1/1	1/2	45°	53,03	44,36	44,36
1/0,556	7/12	49°,30′	48,06	55,68	46,47
1/0,75	2/3	52°,50′	45,30	46,47	47,57
1/0,67	3/4	56°,10′	41,78	46,57	48,77

El peso total, incluyendo la cubierta, la nieve y el viento, es:

NATURALEZA DE LA CUBIERTA	CARGA EN KILOGRAMOS POR METRO CUADRADO DE PROYECCIÓN HORIZONTAL PARA PENDIENTES DE								
	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Paja sin barro	233	193							
Idem con barro	238	208							
Tejas planas, recubrimientos simples	264	233	218						
Tejas planas, recubrimientos dobles	290	260	244						
Pizarras sobre enlistonado	238	208	193	183					
Zinc ó palastro ondulado	203	173	157	147	142	139	137	135	132
Cartón embreado	193	168	147	137	132	129	127	125	123
Asfalto sobre capa de arcilla	238	208	193	183	178	175	173	170	168
Asfalto sobre baldosas	264	233	218	208	203	200	197	195	193

En la práctica, en nuestros climas templados se admiten inclinaciones de $0^m,40$ á $0^m,50$ por metro para las cubiertas de tejas con recubrimiento, $0^m,25$ á $0^m,30$ para las cubiertas metálicas y $0^m,74$ á 1 metro para cubiertas de pizarra.

La figura 313 indica las longitudes que resultan para los tejados, según sus pendientes, por metro lineal de proyección horizontal.

Completaremos estos cuadros, debidos á Wanderley, con los siguientes extractos de nuestro *Memento de l'Architecte*. Las diferencias que se observan entre las cifras de nuestros cuadros y las del autor austriaco provienen de las diferencias en la naturaleza y las dimensiones de los materiales en los dos países y de las condiciones que exigen las diferencias de clima.

Pesos de los materiales más usados en las cubiertas y cargas de las armaduras.

DESIGNACIÓN DE LOS MATERIALES	Peso del metro cuadrado en obra.	Inclinaciones usuales.	Peso de la armadura por metro cuadrado de tejado.
Enlistonado de roble.	44 kg.	45°	45 kg.
Idem íd. de pino.	22	45	31
Tejas planas, de modelo grande ó pequeño.	82 á 85	27, 45 y 60	50
Idem flamencas.	80	21 á 27	50
Idem comunes en seco.	75	21 27	45
Idem íd. con mezcla.	138	21 27	50
Pizarras grandes (de Angers). . .	28	33 45	45
Idem íd. de Charleville.	28	33 45	45
Idem pequeñas de Angers.	24	33 45	45
Zinc n.° 14.	6	18 25	34
Idem n.° 16.	7,5	18 25	34
Cobre.	6 á 7,6	18 25	34
Palastro.	7 á 8	18 21	34
Idem galvanizado.	5,14 á 7,8	18 21	34
Idem acanalado.	7,20	18 21	45
Plomo	7,40	18 21	45
Betún de alquitrán.	7,25	18 21	45
Vidrio.	8	18 21	45

Los pesos precedentes son las cargas permanentes efectivas aplicadas por metro cuadrado de cubierta. Se debe añadir á ellas la carga accidental de la nieve y la presión del viento.

El peso de la nieve se valúa á razón de 25 á 30 kilogramos por metro cuadrado de cubierta.

En cuanto á la presión del viento, se la podrá tener en cuenta, en Francia, admitiendo como equivalente una sobrecarga de 10 á 20 kilogramos por metro cuadrado, según las regiones.

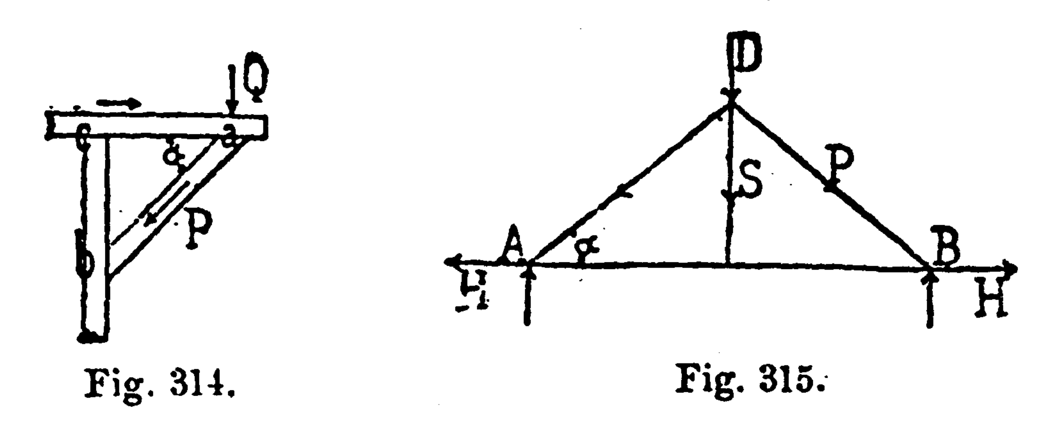


Fig. 314. Fig. 315.

Para deducir la carga por metro cuadrado de proyección horizontal de la cubierta, se multiplicarán las cargas que preceden por $\frac{1}{\cos \alpha}$, designando por α la inclinación de la vertiente.

Ejemplo.—Sea un tejado de teja plana; la carga valuada por metro cuadrado, será:

	Kilogramos.
Peso de la teja	85
Armadura	50
Nieve	25
Viento	15
Total	175

Si la inclinación es de 45°, la carga por metro cuadrado de proyeción horizontal será:

$$175 \times \frac{1}{\cos 45^{\circ}} = \frac{175}{0{,}7} = 250 \text{ kilogramos.}$$

Razón de la flecha de la armadura á su luz. $f = \frac{h}{l}$	Pendiente del tejado. $p = h : \frac{l}{2}$	Inclinación α del tejado respecto á la horizontal.	Valor de cos α.
1/2	1	45°	0,707
1/3	2/3 = 0,666	33° 2/3	0,832
1/4	2/4 = 1/2 = 0,50	26° 1/2	0,894
1/5	2/5 = 0,4	21° 5/6	0,928
1/6	2/6 = 1/3 = 0,333	18° 1/2	0,948
1/7	2/7 = 0,2855	16°	0,960
1/8	2/8 = 1/4 = 0,25	14°	0,970
1/9	2/9 = 0,222	12° 1/2	0,976
1/10	2/10 = 1/5 = 0,20	11° 1/3	0,980

Admitiendo una armadura á dos aguas, si se designa por f la razón de la altura ó flecha h de la cercha á su luz l, resulta que la inclinación de cada vertiente tiene por valor·

$$p = h : \frac{l}{2} = \frac{2h}{l}.$$

Cálculo de los sistemas articulados (cerchas).— Para el cálculo de la compresión de una tornapunta (fig. 314) que sostiene una viga horizontal cargada de pesos, véase *Notes et Formules de l'Ingénieur*.

La pieza horizontal tiende á moverse en el sentido de la flecha, girando al rededor del punto de apoyo de la tornapunta.

Cercha simple (fig. 315).—Sea D la carga que obra sobre el punto culminante de la cercha (peso de la cubierta) y Q la carga total uniformemente repartida sobre el tirante (que puede provenir de un piso apoyado en él, por ejemplo).

Reacciones de los apoyos: R = 1/2 D + 5/16 Q; carga del pendolón: S = 5/8 Q; carga de los pares: H = 1/2 D + 5/16 Q.

Para el sistema de doble pendolón, representado en la figura 316, se obtiene: S = — 11/30 Q.

Cercha simple con falso tirante (fig. 317) (véase *Notes et Formules de l'Ingénieur)*.

Escuadrías de las piezas para armaduras de 9 á 24 metros de luz
(según Nystrom).

Designación de las piezas (figuras 318 y 319).		LUZ EN METROS								
		9 metros cm.	10 metros cm.	12 metros cm.	14 metros cm.	15 metros cm.	17 metros cm.	18 metros cm.	21 metros cm.	24 metros cm.
Tirante.	*a*	13 × 18	15 × 18	15 × 20	18 × 20	20 × 23	20 × 30	23 × 28	25 × 28	25 × 30
Pares.	*b*	13 × 13	13 × 15	15 × 18	18 × 18	20 × 20	20 × 23	23 × 23	23 × 25	25 × 28
Puente..	*c*	13 × 13	13 × 15	15 × 18	18 × 18	20 × 20	20 × 23	23 × 23	23 × 25	25 × 28
Cabios..	*d*	5 × 13	5 × 13	5 × 15	5 × 15	5 × 15	5 × 18	5 × 18	6 × 20	8 × 23
Correas.	*e*	13 × 15	13 × 15	13 × 15	15 × 18	15 × 20	15 × 20	15 × 23	15 × 23	15 × 23
Tornapuntas.. . .	*f*	8 × 10	8 × 13	8 × 15	10 × 18	10 × 20	13 × 20	13 × 23	15 × 23	15 × 23
Pendolón.	*h*	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Pernos..		2	2	2	2	2	2,5	3	3	3,5

Escuadrías de las piezas de las armaduras [1].

DESIGNACIÓN DE LAS PIEZAS	CERCHA SIMPLE Luz.		CERCHA CON PUENTE Y PENDOLÓN Luz.		CERCHA CON PUENTE Y TORNAPUNTAS Luz.		CERCHA Á LA MANSARD Luz.	
	6 metros.	12 metros.	6 metros.	12 metros.	6 metros.	12 metros.	6 metros.	12 metros.
Tirante que no sostiene piso.	0,27 × 0,24	0,40 × 0,36	»	»	»	»	»	»
Idem que sostiene un piso.	0,32 × 0,27	0,47 × 0,37	0,43 × 0,20	0,63 × 0,45	0,42 × 0,30	0,63 × 0,45	0,42 × 0,30	0,63 × 0,45
Puente.	»	»	0,21 × 0,19	0,33 × 0,30	0,21 × 0,19	0,33 × 0,30	0,23 × 0,20	0,36 × 0,33
Tornapuntas.	»	»	»	»	0,24 × 0,19	0,35 × 0,30	0,22 × 0,20	0,34 × 0,33
Pares.	0,22 × 0,19	0,32 × 0,30	0,22 × 0,19	0,32 × 0,30	0,18 × 0,15	0,27 × 0,22	0,20 × 0,18	0,28 × 0,28
Pilarejos y tornapuntas secundarias.	0,16 × 0,16	0,21 × 0,21	0,15 × 0,15	0,22 × 0,22	0,14 × 0,14	0,18 × 0,18	0,14 × 0,14	0,18 × 0,18
Piezas de triangulación de los pares con el puente.	»	»	0,19 × 0,15	0,30 × 0,22	0,19 × 0,15	0,30 × 0,22	0,20 × 0,15	0,33 × 0,22
Hilera.	0,19 × 0,19	0,22 × 0,19	0,19 × 0,16	0,22 × 0,19	0,19 × 0,16	0,22 × 0,19	0,19 × 0,16	0,22 × 0,19
Riostras de la hilera.	0,15 × 0,15	0,17 × 0,17	0,15 × 0,15	0,17 × 0,17	0,15 × 0,15	0,17 × 0,17	0,15 × 0,15	0,17 × 0,17
Tacos ó egiones.	0,19 × 0,19	0,22 × 0,22	0,19 × 0,19	0,22 × 0,22	0,19 × 0,19	0,22 × 0,22	0,19 × 0,19	0,22 × 0,22
Riostras horizontales.	»	»	»	»	0,19 × 0,19	0,22 × 0,22	0,20 × 0,20	0,23 × 0,23
Carreras.	0,12 × 0,23	0,16 × 0,28	0,12 × 0,23	0,16 × 0,28	0,12 × 0,23	0,16 × 0,28	0,12 × 0,23	0,16 × 0,28
Piezas horizontales de los apoyos (correspondientes á los tirantes interrumpidos).	»	»	»	»	0,18 × 0,14	0,22 × 0,16	0,18 × 0,14	0,22 × 0,16
Cabios.	0,09 × 0,09	0,11 × 0,11	0,09 × 0,09	0,11 × 0,11	0,09 × 0,09	0,11 × 0,11	0,09 × 0,09	0,11 × 0,11
Ristreles.	0,08 × 0,07	0,10 × 0,09	0,08 × 0,07	0,10 × 0,09	0,08 × 0,07	0,10 × 0,09	0,08 × 0,07	0,10 × 0,09
Listones.	0,16 × 0,03	0,20 × 0,05	0,18 × 0,03	0,20 × 0,05	0,16 × 0,03	0,20 × 0,05	0,16 × 0,03	0,20 × 0,05

(1) Extractado de la obra *Constructions civiles* de E. Barberot, arquitecto.

Las Ordenanzas Municipales de la villa de Madrid prescriben las siguientes reglas para la construcción de tejados y armaduras:

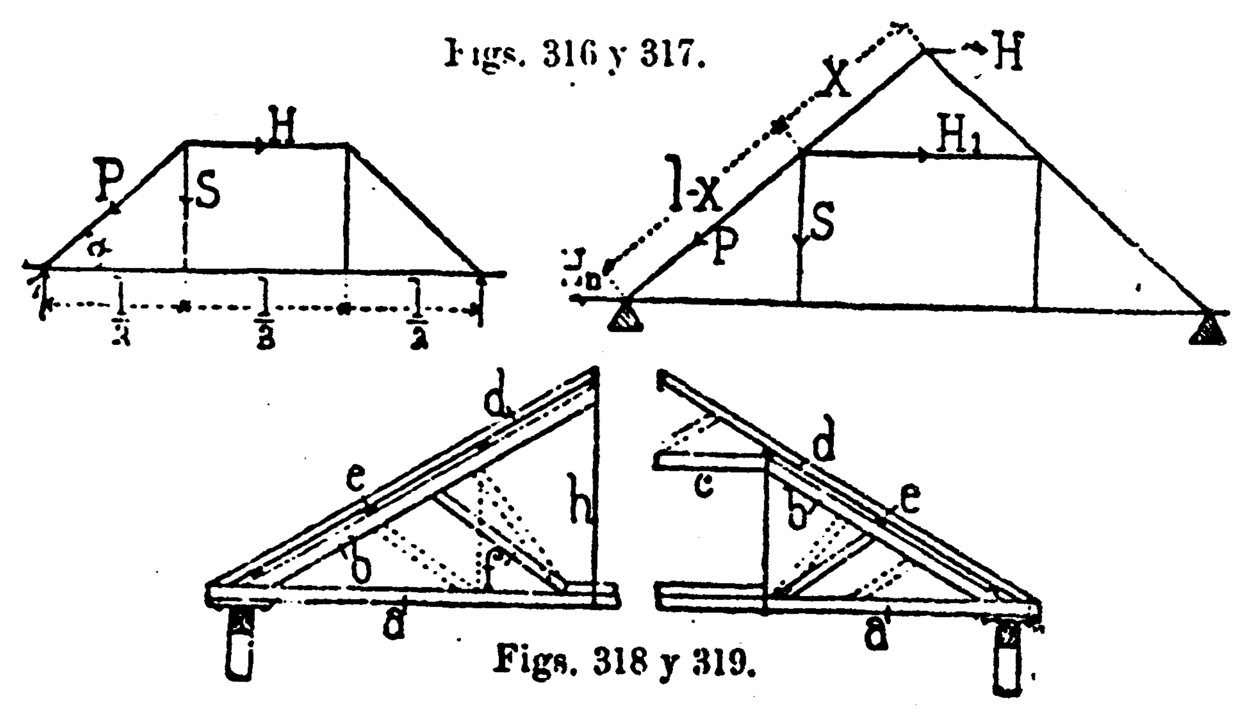
Art. 769. Será obligación precisa que en los extremos de las vertientes de las cubiertas de la primera crujía de la fachada, al rededor de todos los vanos que los patios determinen en las cubiertas y en los muros de contigüidad que peralten más que las casas inmediatas, se dispongan barandillas de hierro galvanizado en perfecto estado, á fin de que sirvan de quitamiedos y paracaídas á los obreros, tanto para la reparación de las cubiertas como para los casos de siniestro ó incendio.

Art. 770. En las cubiertas cuya pendiente sea mayor de 30 grados se pondrán además ganchos de hierro galvanizado, perfectamente sujetos á las armaduras, para seguridad de los obreros.

Art. 771. Serán responsables los propietarios de daños de los accidentes que pudieran ocurrir y que tengan por causa el mal estado de conservación de dichos paracaídas y ganchos.

Art. 772. En todas las construcciones se dejará una salida á las cubiertas independiente de toda vivienda ó habitación cerrada, de fácil acceso y próxima á la escalera.

Art. 773. Las caras interiores de los pares de las armaduras, entablados, y en general todas las maderas y sus apoyos, estarán recubiertos con una capa de yeso de buen espesor.



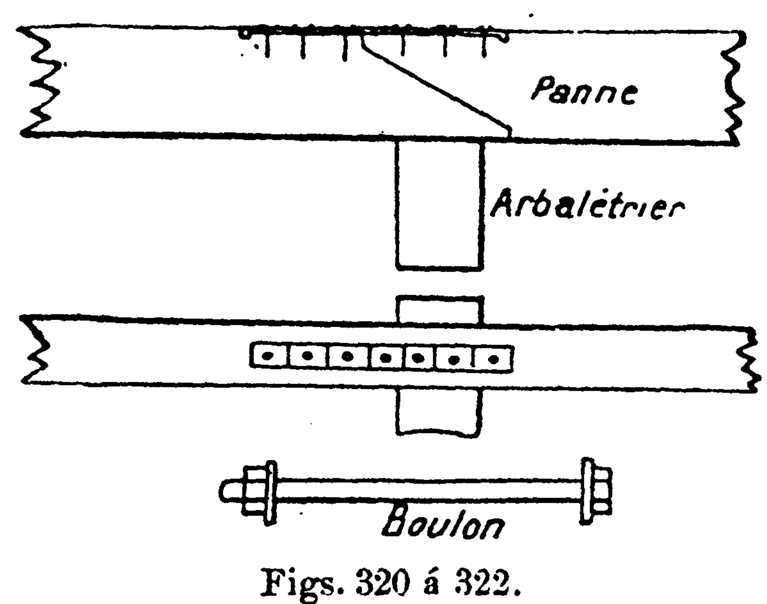
Figs. 316 y 317.

Figs. 318 y 319.

Herrajes de las armaduras de madera.—Se emplean, en las armaduras de madera, herrajes formados por barras me-

tálicas acodilladas ó vueltas á escuadra á manera de grapas (figuras 320 y 321) para empalmar las correas, pernos con arandelas (fig. 322), estribos, grapas (fig. 30), placas, etc., de todo lo cual hemos hablado ya (figs. 107, 108 y 112).

Construcciones ligeras y desmontables.—Mr. V. Poitrineau construye casas provisionales de *madera*, de planta cuadrada de 6 metros de lado; constan sólo de un piso bajo con una sala, dos dormitorios, cocina y granero. El pavimento es un entarimado de pino.



Figs. 320 á 322.

EXPLICACIÓN: *Panne*, correa.—*Arbalétrier*, par. *Boulon*, perno

Los muros están constituídos por dos capas de tablas de pino de $0^{m},027$ de espesor, que se pueden aislar interponiendo una capa de arena. Si se han de habitar por mucho tiempo, se revisten las fachadas con tabiques de ladrillo ordinario á panderete ó con baldosas de yeso El tejado es á dos aguas, de tablones cubiertos con papel, cartón embreado ó zinc. Una de estas casas cuesta 3.900 francos.

Pueden montarse construcciones análogas á éstas, de cuatro compartimientos, sobre husillos. Los postes se empotran por su pie en zapatas de fundición colocadas en las cabezas de los husillos; éstos permiten elevar cada compartimiento para colocar debajo traviesas y cargarlo en un carro. Se obtiene una gran solidez fijando al terreno los patines de los husillos por medio de agujas de hierro de un metro de longitud. Estas construcciones se pueden desmontar en dos horas.

Otras construcciones móviles se apoyan en ruedas y constitu-

yen vehículos con compartimientos habitables, que cuestan de 2.800 ó 3.000 francos por compartimiento; se necesitan cuatro para una construcción de 12 × 6 metros de superficie, con piso bajo y granero. Cada compartimiento desmontable, armado sobre husillos, cuesta solamente 1.800 á 2.000 francos.

Mr. V. Poitrineau construye *cuadras móviles* de madera, cuyo piso se halla elevado á $0^m,30$ del terreno. Las destinadas á un caballo tienen una superficie de 7 × 4 metros, y comprenden la

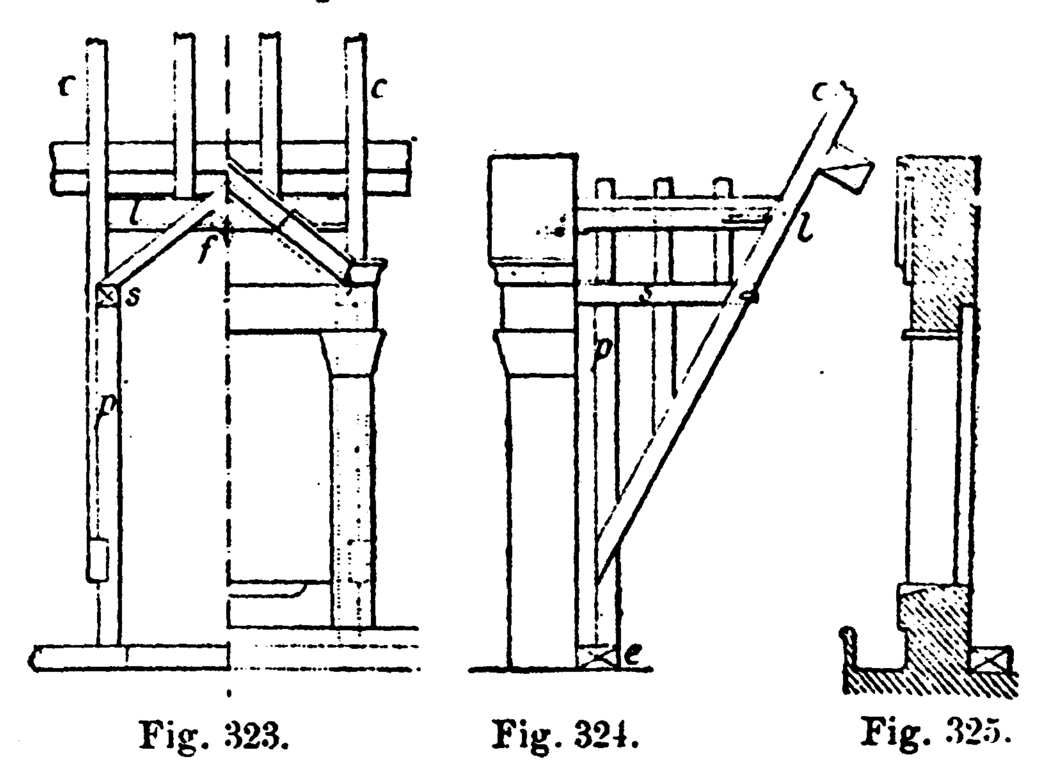


Fig. 323. Fig. 324. Fig. 325.

cuadra, cochera, guadarnés y dormitorio de $2^m,20$ de ancho, con 3 metros de altura libre debajo del tirante de la armadura y $2^m,40$ más debajo de la hilera. Estas cuadras cuestan de 1.500 á 2.000 francos; la cubierta es de cartón embreado, de tablazón, de teja ó de zinc. Se construyen en veinticinco días. Se montan en dos días con tres operarios y se desmontan en uno.

Buhardas de madera.—Las figuras 323 á 325 representan una buharda con arco de descarga. Los cabios *cc* sostienen un brochal *l*, en el cual se apoyan los cabios intermedios del tejado y la cumbrera de la buharda, reforzándose el ensamblaje de esta última con herrajes.

Las carreras *s* se apoyan en los cabios *cc* y en los postes *p*. Penetran en las jambas de fábrica ó se cortan al llegar á ellas enlazándolas por medio de una pieza alojada en una roza abierta en el dintel de fábrica.

Las figuras 326 á 333 son ejemplos de diversas disposiciones de buhardas de madera.

Apoyos de madera.—Los apoyos de madera son *postes* que descansan generalmente sobre *dados de piedra*; se fijan á ellos por medio de pitones de hierro, ó mejor sobre cojinetes de fundición, cuando hallándose aislados no descansan en un zócalo de sillería. Si la luz entre los postes es considerable, se alivia la pieza que constituye el tramo disminuyendo su luz efectiva por medio de una *zapata c*, sostenida en sus extremos por las tornapuntas *a* (figura 334); otras veces se suprime la zapata, y las tornapuntas sostienen una *sopanda* que refuerza la parte central de la viga, uniéndose á ella por medio de pernos (fig. 335).

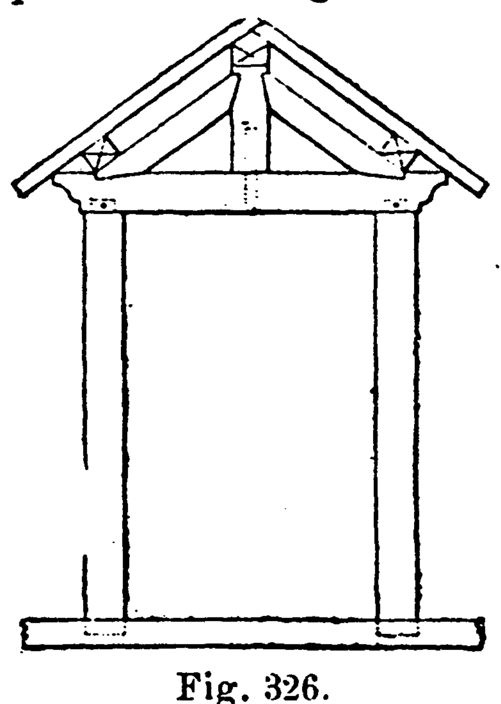


Fig. 326. Fig. 327.

Ejemplo de construcción de madera.—Representamos en las figuras 336 á 343 varios detalles que dan idea de las disposiciones de una construcción de madera en resalto sobre un piñón y de los balcones de madera construídos en una quinta de recreo edificada en Champigny por el arquitecto Mr. Ch. Bury (reproducidas de la *Semaine des Constructeurs*).

La armadura se apoya en los extremos de carreras reforzadas por tornapuntas. Un arco peraltado, compuesto de piezas de ma-

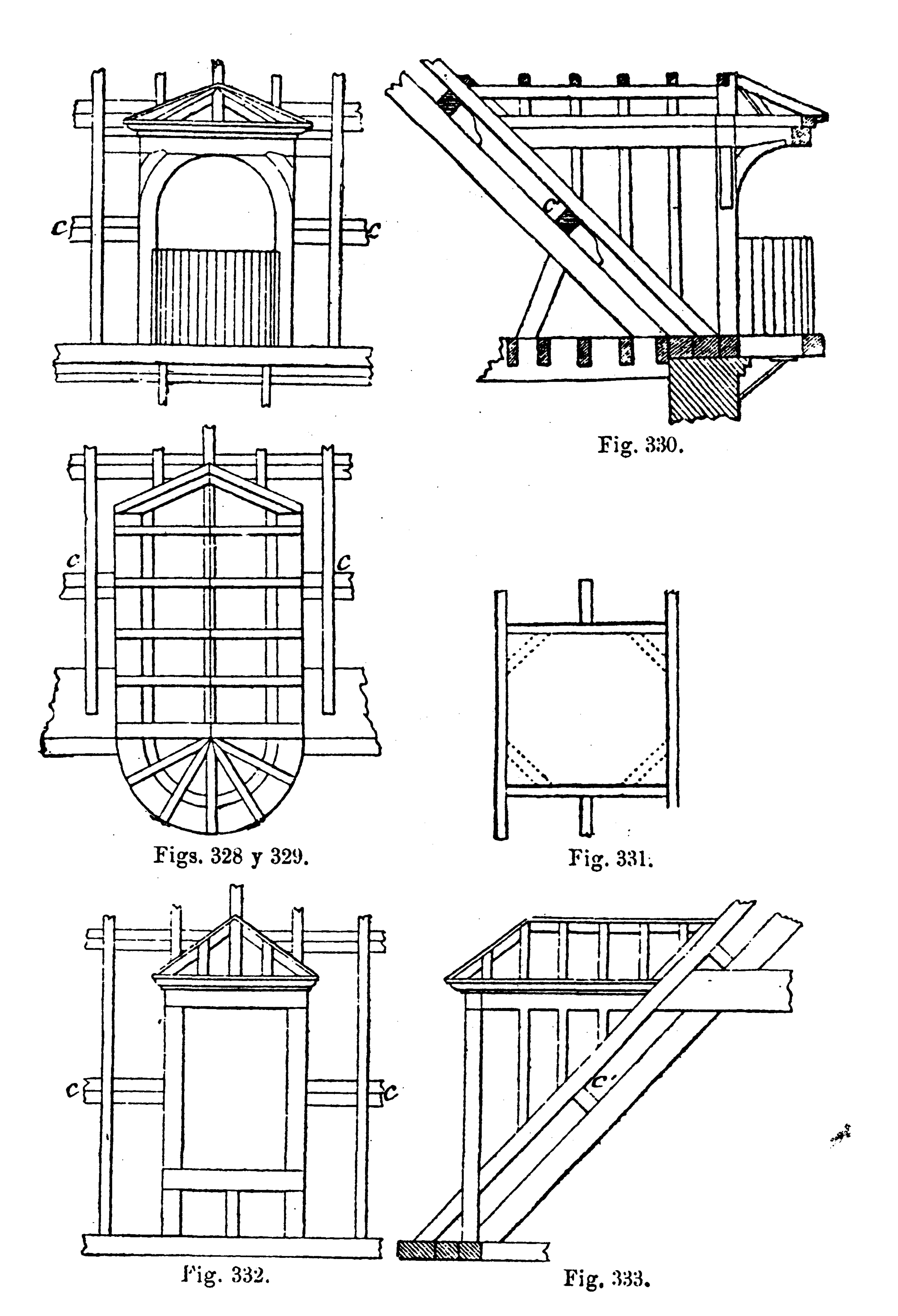


Fig. 330.

Figs. 328 y 329.

Fig. 331.

Fig. 332.

Fig. 333.

dera encorvadas, consolida el sistema y da á la obra un aspecto pintoresco.

Entramados verticales.—En las localidades donde los materiales de piedra y ladrillo son costosos, pueden éstos ser reemplazados por los entramados de madera en las fachadas de patios, cuerpos de edificio secundarios y muros divisorios. Las fachadas principales y los muros medianeros que contienen cañones de chimeneas no deben ser de entramado de madera. Un entramado

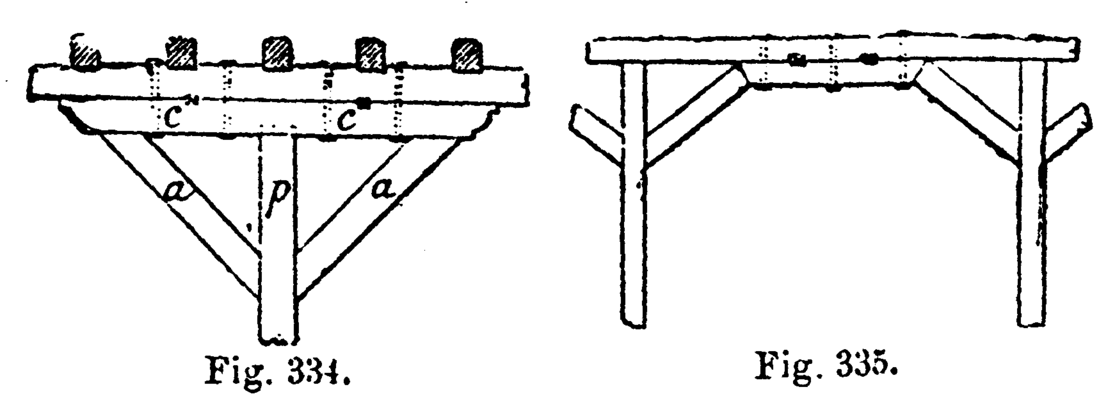


Fig. 334. Fig. 335.

de madera no resguarda contra el frío tan eficazmente como un muro de piedra ó de ladrillo, pero ocupa mucho menos espacio; ofrece el inconveniente de ser muy combustible, y no se pueden adosar á él tubos de subida de humos.

En Francia está prohibido construir entramados de madera en las fachadas que dan á la vía pública, pero esta prohibición no alcanza á los edificios de menos de 8 metros de profundidad. En este caso se puede construir la fachada de piedra ó de ladrillo hasta el primer piso y de entramado de madera el resto de la altura (1).

La altura límite que puede alcanzar un entramado contiguo á la vía pública es de $15^{m},60$.

El último piso de una casa edificada junto á una vía pública puede ser siempre de entramado, cualquiera que sea su altura.

Según una disposición que data del 18 de agosto de 1667, los propietarios están obligados á revestir los entramados con un enlistonado clavado á las piezas de madera y enlucido con yeso,

(1) Véase tomo III, nota de la página 14.

tanto en el paramento exterior como en el interior, de modo que puedan resistir á la acción del fuego.

Según otro reglamento, los enlistonados de los entramados deben ser de tablas sacadas del corazón del roble, no excediendo su separación de $0^m,08$ á $0^m,11$. La separación de los postes no debe pasar de $0^m,25$ á $0^m,27$.

Está también prohibido:

1.° Construir cornisamentos de piedra sobre entramados de madera (los de yeso no deben tener un vuelo mayor de $0^m,16$).

2.° Adosar á un entramado de madera una chimenea ó un cañon de chimenea, pero se pueden establecer contra un muro que quede aislado del entramado. El espacio intermedio debe ser por lo menos de $0^m,16$.

Los entramados se pueden construir con piezas escuadradas ó con maderos rollizos.

Los entramados de rollizos son comunes en los países en que abundan los bosques (Suecia, Noruega, Finlandia, Rusia, Suiza, Tirol, etc.). Se construyen á menudo sencillamente con troncos de árboles cortados de igual longitud, entallados en sus extremos, cruzados á media madera y unidos con cabillas de madera.

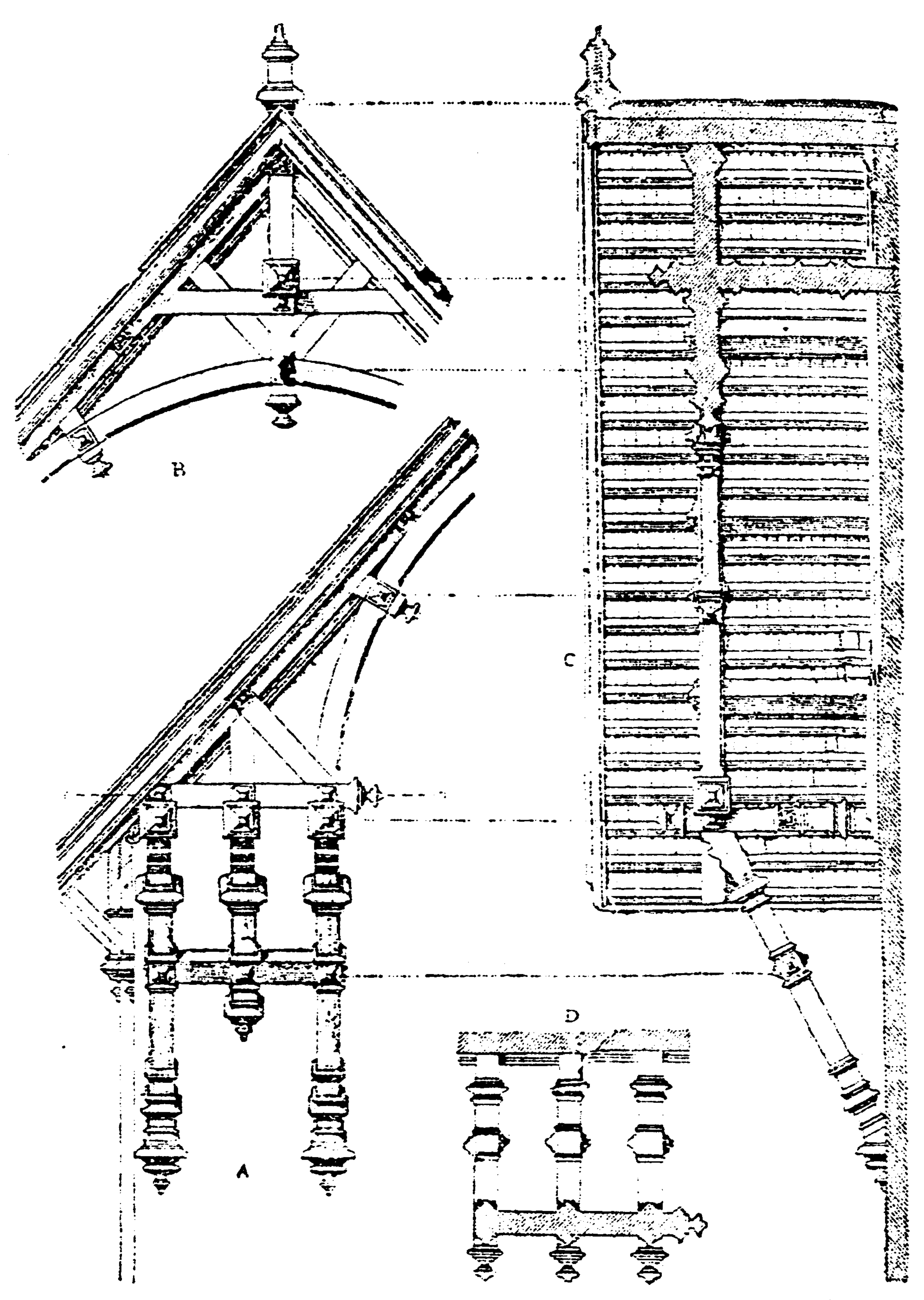
La figura 344 representa una disposición usada muy frecuentemente en los entramados construídos con piezas escuadradas. Los huecos entre las piezas son próximamente iguales á las partes macizas de madera.

He aquí la nomenclatura de las piezas del entramado de la figura 344:

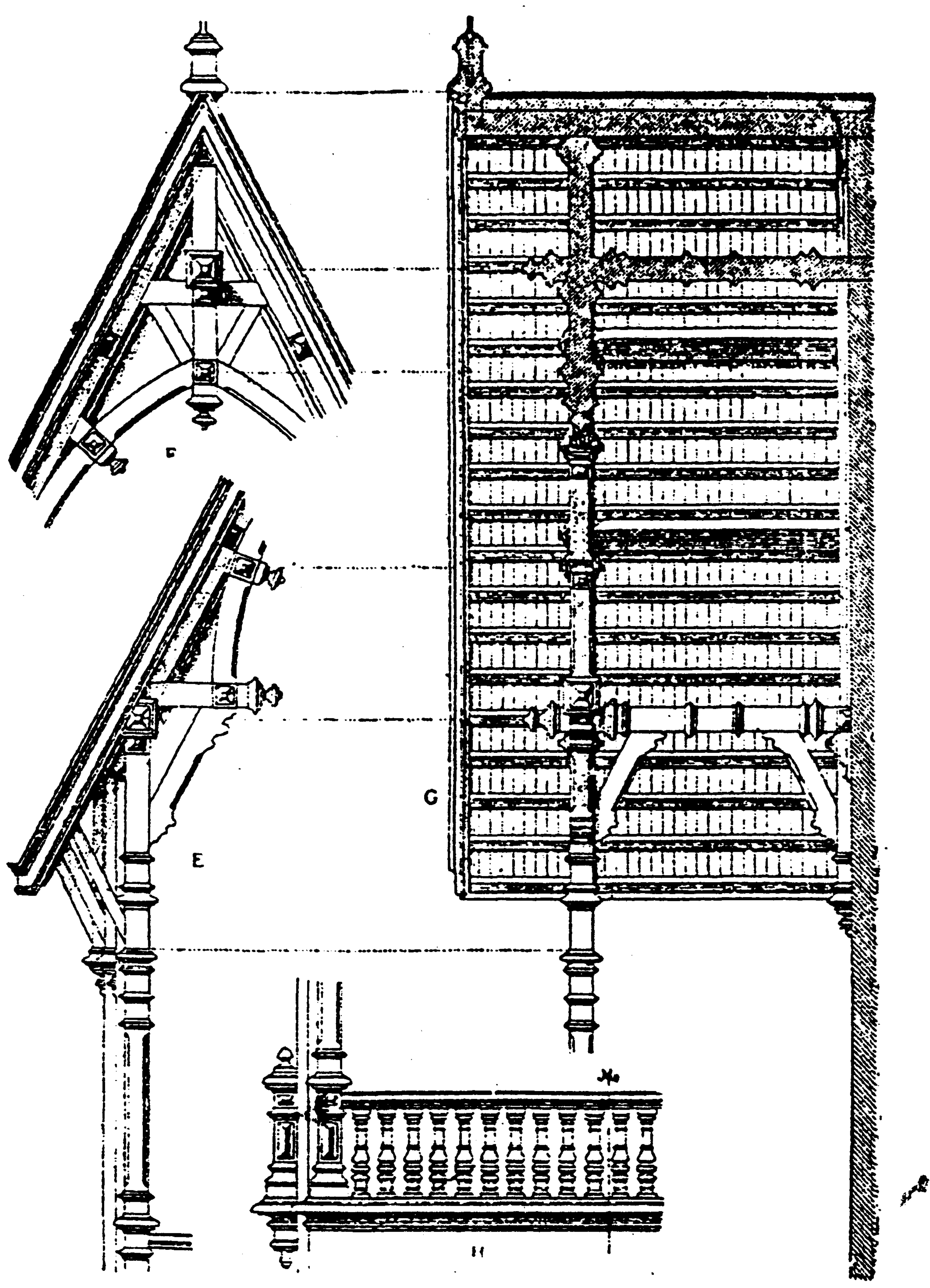
s, s, carreras: las superiores (de 20×16); la inferior se llama *solera;* los postes se ensamblan á ellas á caja y espiga;

p, cornijales, son los postes ó pies derechos de los ángulos, de mayor sección que los demás ($0^m,25$ de lado por lo menos); se emplean en todos los encuentros de entramados;

e, pies derechos de puerta ó de lección (de $0^m,16 \times 0^m,16$), que constituyen las jambas de los grandes vanos;



Figs. 336 á 339.



Figs. 340 á 343.

h, pies derechos de relleno y *largueros* cuando constituyen las jambas de las ventanas; la pieza horizontal en que se apoyan se llama *peana*; las piezas verticales interrumpidas por las diagonales se llaman *virotillos;*

l, cabecero; el conjunto de los largueros ó pies derechos de puerta, de la peana y del cabecero constituyen el *marco* ó *telar* del vano; se asigna frecuentemente al cabecero de madera una escuadría de 8 centímetros de espesor por 16 de altura;

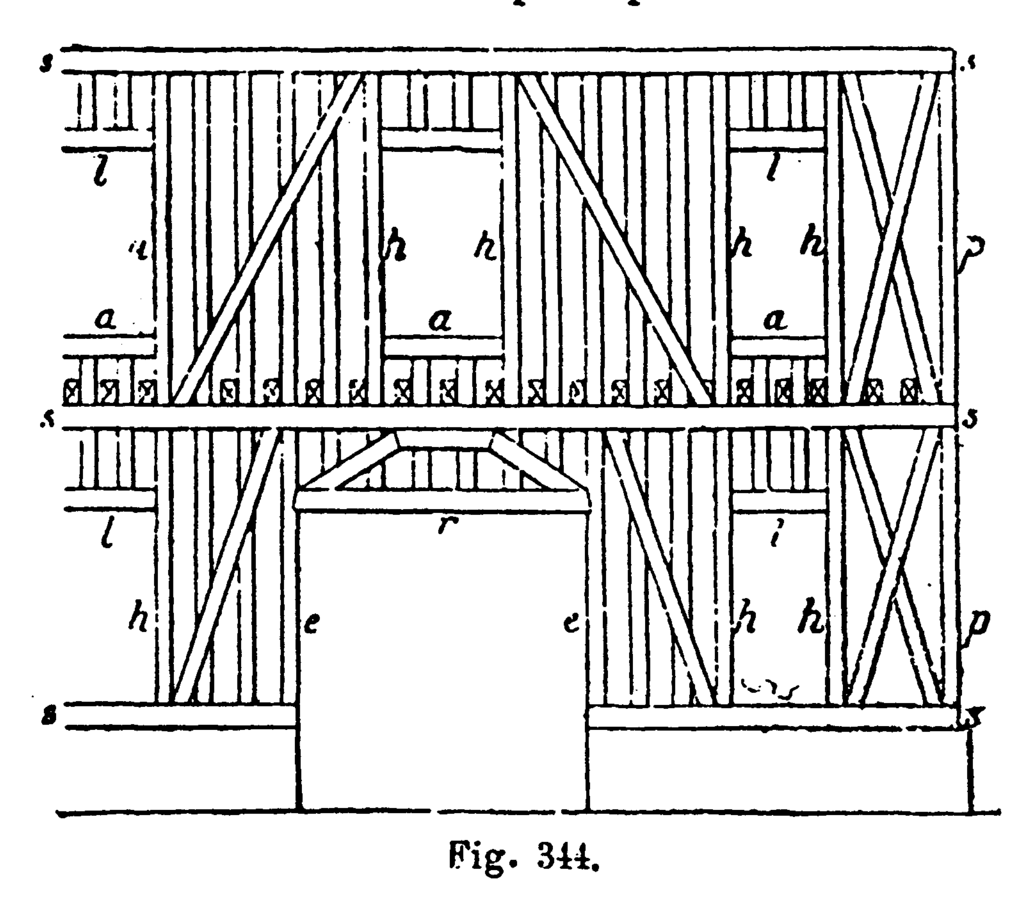


Fig. 344.

r, cabecero de la puerta principal que alivia á la carrera del primer piso;

a, peanas, antepechos de las ventanas (0,16 × 0,16).

Las piezas oblicuas ó diagonales inicas (que generalmente tienen $0^m,16 \times 0^m,16$ de escuadría) se denominan *riostras*. Las pequeñas, que se apoyan en los extremos del cabecero *r* y sostienen la carrera por el intermedio de una sopanda, son *jabalcones*, y estas tres piezas constituyen un arco de descarga.

Estos jabalcones forman con la carrera un ángulo de menos de 60 grados; se colocan inclinados en sentido inverso para com-

batir el aflojamiento de los ensamblajes á consecuencia de la desecación de la madera.

Las *riostras* tienen una inclinación de más de 60 grados respecto á las carreras; remedian el aflojamiento de los ensamblajes y refieren á los postes ó pies derechos de las jambas el peso de los entrepaños. Los jabalcones de descarga se ensamblan con los cabeceros á caja y espiga con refuerzo.

Estas piezas inclinadas triangulan el sistema y evitan que se deformen los rectángulos, convirtiéndose en paralelogramos.

Para aumentar la rigidez, en los tramos contiguos á las esquinas, se emplean *cruces de San Andrés*, formadas por piezas que se ensamblan á media madera en su cruzamiento, y con espigas reforzadas en sus extremos para unirlas con las carreras.

Los *virotillos* son las piezas verticales cortadas en su encuentro con las riostras ó jabalcones; se ensamblan á caja y espiga de inglete con la pieza inclinada y á caja y espiga con las soleras y carreras. El primero de estos ensamblajes lleva generalmente una espiga en el tercio central de la pieza vertical y barbillas aparentes en los dos paramentos, que corresponden á los dos tercios laterales; se consolida el ensamblaje con clavazón ó con cabillas.

Los postes ó pies derechos de *relleno* (cuya escuadría suele ser de $0^{m},15$ á $0^{m},20$) son los que están en el interior de los entrepaños y van de una carrera á otra ó de la solera á la carrera del primer piso, sin que encuentren ninguna riostra. En la figura 344 se pueden observar sobre la segunda carrera las testas ó cabezas de las viguetas del primer piso. Se puede añadir, como en la figura 352, una *sobrecarrera* que, en unión de la carrera, encepa á las viguetas. Los postes cortos de los antepechos y los comprendidos entre los cabeceros de los vanos y las carreras se llaman *pilarejos*. Los pies derechos de puertas, los largueros y los pilarejos se ensamblan con las carreras y soleras á caja y espiga.

Las figuras 345 á 355 representan otras disposiciones de entra-

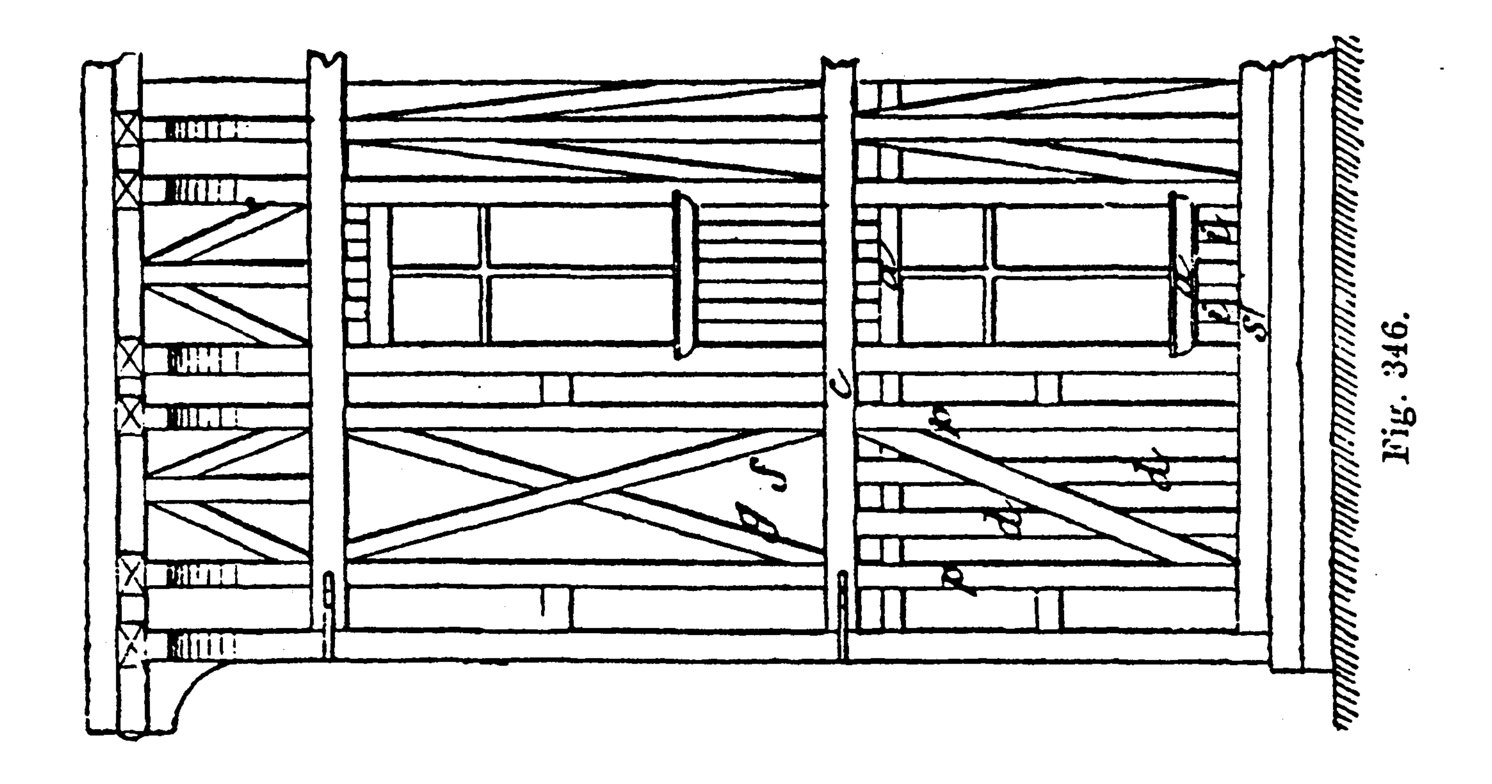


Fig. 346.

Fig. 345.

mados de madera, todas las cuales se comprenden fácilmente á primera vista.

Se deben evitar, en lo posible, las partes macizas de entramado ó entrepaños de mucho desarrollo que carguen sobre los vanos, apoyándose sólo por sus extremos.

Los *tabiques colgados* (figs. 349 á 351), que no se apoyan sobre el piso (y no deben emplearse más que con luces pequeñas, aunque son en realidad indispensables en los edificios en que son diferentes las distribuciones de los distintos pisos), se construyen

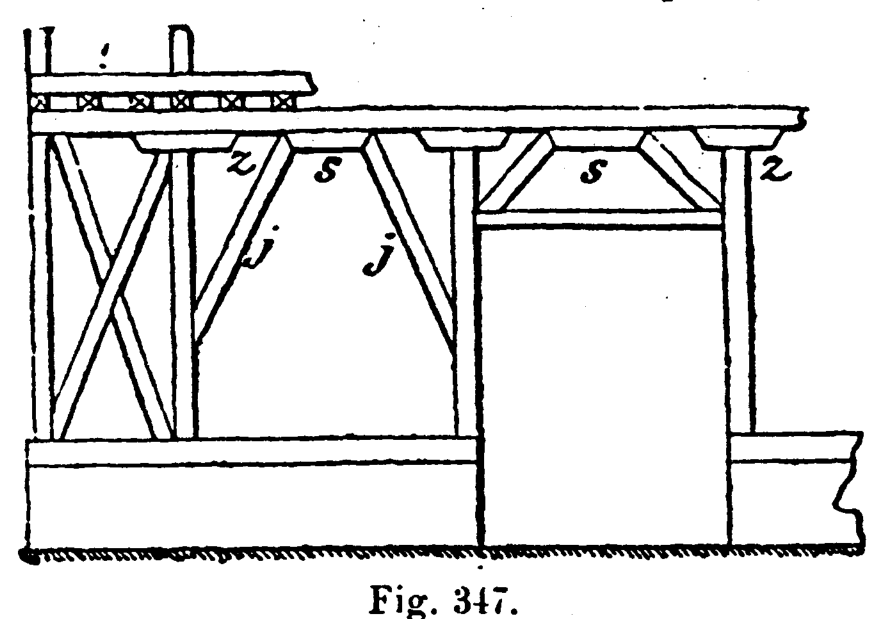


Fig. 347.

de modo que las cargas se transmitan á los muros, haciendo descansar los virotillos de la parte inferior en una solera apoyada en los muros y en los postes, cargando lo menos posible en el piso. Para aligerar la carga de la vigueta se emplean á veces en el interior del entramado tirantes colgados de las riostras, que se unen por su extremo inferior á la vigueta.

Las mismas precauciones se deben adoptar cuando un tabique de entramado, en vez de cortar á todas las viguetas, se apoya en una sola á lo largo de ella. En este caso, además de las riostras de descarga, se enlazan á la vigueta directamente cargada las dos viguetas contiguas por medio de barras de hierro, para que trabajen las tres solidariamente.

Cuando ha de haber una puerta á cada lado del tabique, la

parte superior puede constituir una viga armada, capaz de soportar todo el entramado.

En la figura 353, una parte de la carga de la vigueta del piso inferior es transmitida á los apoyos de la superior por medio de las dos riostras oblicuas (que obran por tensión).

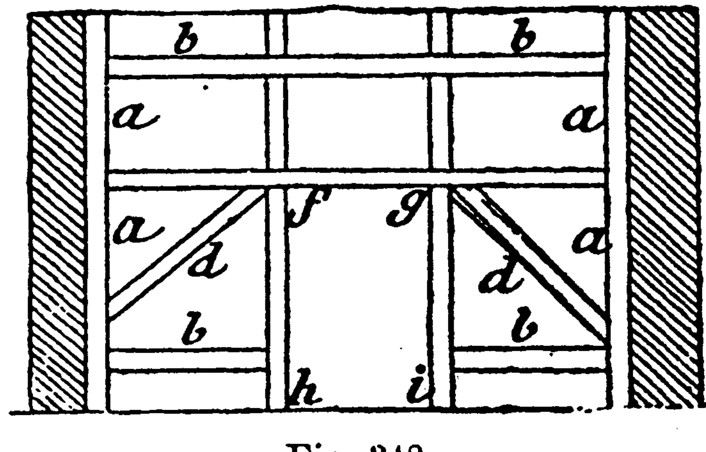


Fig. 348.

Cuando la luz del entramado suspendido es considerable, se emplean dos postes colgados (fig. 354) y se hace que sostengan un falso dintel ó cabecero; los postes se hallan en parte soportados por los jabalcones. Los pies derechos de los vanos se ensamblan con el falso cabecero y están sostenidos por riostras, cuyos extremos descansan en una sobrecarrera. Los postes que sir-

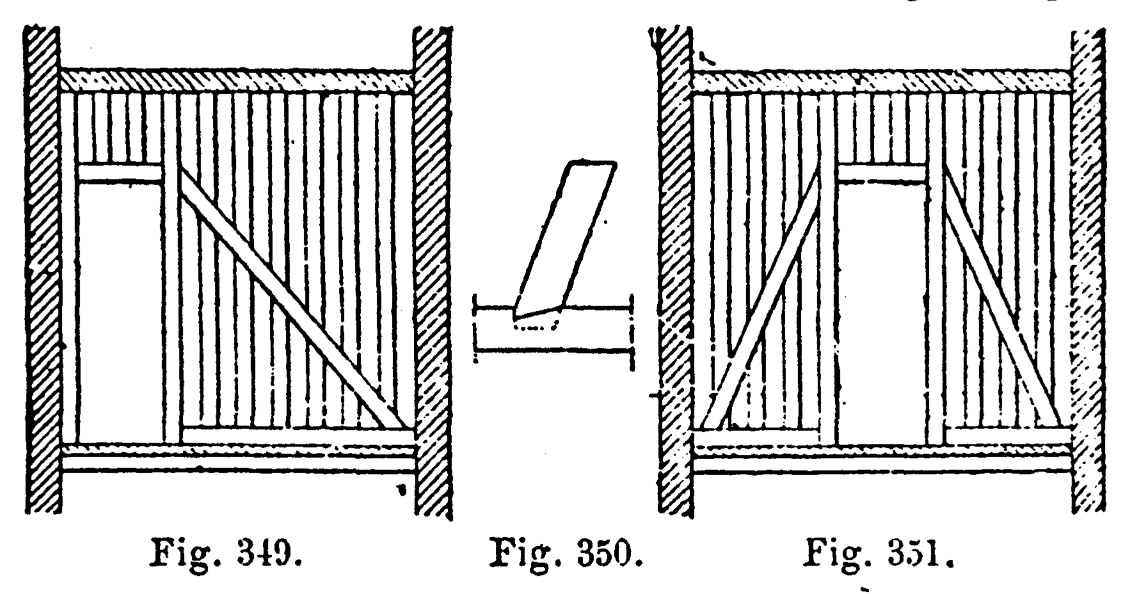


Fig. 349. Fig. 350. Fig. 351.

ven de jambas se apoyan en la carrera principal, ensamblándose á caja y espiga en los extremos de la sobrecarrera. El ensamblaje de la carrera con los postes se refuerza con dos barras de hierro fijadas á los postes, y cuyo extremo inferior lleva una parte fileteada que se une á otro herraje fijado á la carrera.

Cuando un entramado colgado debe atravesar un piso, Daniel Ramée aconseja que se apoye el jabalcón C (fig. 355) en el

extremo de la viga A, yendo á sostener el cabecero J del piso superior en su unión con el larguero B. Desde el mismo extremo de la viga parte el jabalcón E que sostiene el cabecero del piso inferior. Los pies de estos dos jabalcones se sujetan por medio de una cuña y de un perno. En el segundo piso se coloca el jabalcón D, dirigido oblicuamente desde el pie del poste adosado al muro al cabecero J y fijado del mismo modo que los puntos de apoyo de la piezas E y C. Las piezas de este entramado están encepadas por medio de dos viguetas O, unidas por pernos de modo que formen un conjunto perfectamente sólido. La carrera superior I está sostenida en un punto por el jabalcón G, de modo que, con el auxilio de la riostra F, se fija en otro punto del pie derecho B. Finalmente, la posición de las piezas oblicuas se mantiene fija por medio de los cepos O.

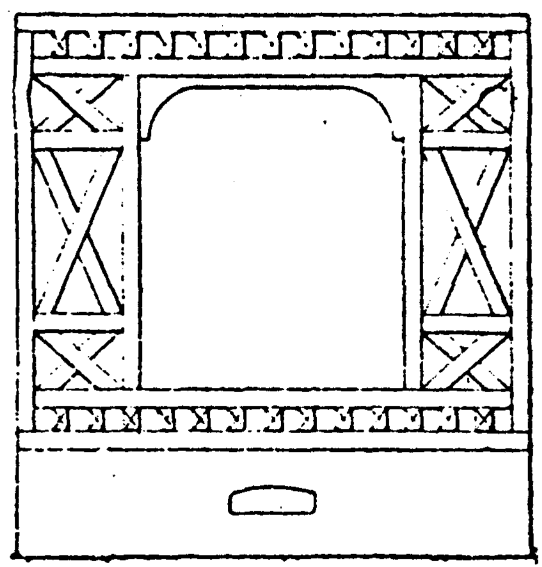


Fig. 352.

Un entramado de tres pisos, forjado y enlucido en sus dos paramentos, de $0^m,216$ de espesor, tiene una estabilidad (peso multiplicado por la mitad del espesor) igual á 1/7 de la de un muro de igual altura de mampostería ó de ladrillo, el cual debería tener un espesor de $0^m,43$.

Solamente ligando los entramados de madera á los muros de medianería, á los entramados transversales y á los pisos, por medio de ensambladuras reforzadas con herrajes, se puede conseguir que tenga la debida estabilidad.

Una viga maestra ó jácena, que sostiene un entramado de madera, debe tener una altura igual á 1/12 de la luz del vano que salva. Cuando los entramados interiores sirven de apoyo á los pisos, los postes deben tener un espesor igual á 1/12 de la altura. Las riostras ó jabalcones y las carreras tienen el mismo espesor, aumentado en $0^m,027$.

Para simples tabiques de distribución, estas dimensiones se reducen á la mitad; á fin de que resulten más ligeros se pueden hacer huecos, clavando un enlistonado á los postes y aplicando un enlucido de yeso. Para evitar la flexión de los postes se enlazan entre sí por riostras horizontales.

El cuadro siguiente da, según el coronel Emy, los espesores que corresponden, en el piso bajo, á las piezas de entramados de 3^{m},25 á 3^{m},90 de altura entre dos pisos, para edificios de tres. Los entramados se elevan á plomo en el interior; en el exterior tienen un talud de algunos milímetros en cada piso, lo cual disminuye la escuadría de las piezas en los pisos superiores.

Entramados de fachadas (3^{m},90 de altura).

Espesor..........................	0^{m},217	á	0^{m},244
Cornijales. Escuadría......................	0 ,244		0 ,271
Pies derechos de puertas..................	0 ,217		0 ,244
Soleras y carreras......................	0 ,217		0 ,244
Largueros para jambas de ventanas...........	0 ,189		0 ,217
Postes de relleno........................	0 ,162		0 ,217
Separación de los postes de relleno..........	0 ,271		0 ,225
Jabalcones, riostras, cruces de San Andrés.......	0 ,162		0 ,217
Virotillos y pilarejos....................	0 ,135		0 ,217

Entramados interiores ó tabiques de 3^{m},90.

Espesor..........................		0^{m},162
Idem íd. para entramados de más de 3^{m},90.......		0 ,189
Postes que sostienen el piso. Escuadría..........	0^{m},135	0 ,162
Idem que no sostienen piso. Idem...........	0 ,108	0 ,135
Tabiques colgados......................	0 ,081	0 ,135

Con objeto de preservar la madera contra la humedad, no se deben establecer nunca los entramados del piso bajo apoyándose directamente en el suelo, sino sobre zócalos ó basamentos de sillería ó de mampostería de 0^{m},50 á 0^{m},60 por lo menos de altura sobre la superficie del terreno.

La *solera*, que se coloca sobre este zócalo de fábrica, debe disponerse, si es de roble, de modo que el corazón de la pieza quede

en la cara de apoyo. Para impedir que las aguas llovedizas pudran la madera, penetrando en las cajas, se pueden profundizar éstas algo más que la longitud de la espiga, como se hace en Alemania, y perforar en el fondo un agujero circular y oblicuo que permita la salida del agua al exterior (fig. 357).

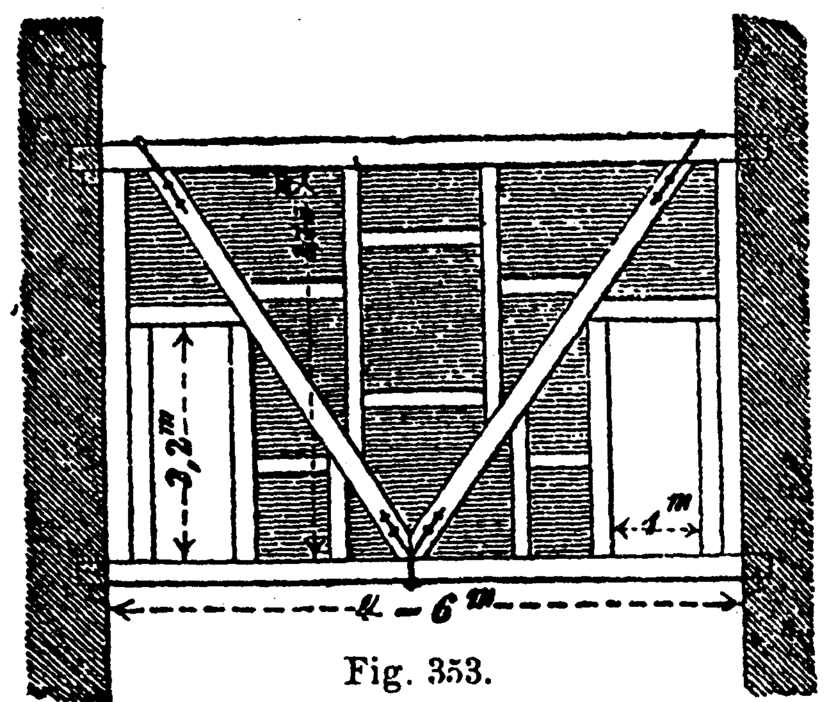


Fig. 353.

Las figs. 358 y 359 muestran ensamblajes empleados en ciertos entramados.

Las figs. 360 y 361 indican, según la *Construction mod rne*, dos cortes de una casa de campo normanda, situada en Houlgate (Calvados), construída por el arquitecto señor Papinot, toda ella de entramados de madera. Los muros de fachada son de pared doble: la primera de ladrillo, de $0^m,11$ de espesor, con mezcla de cal hidráulica; la segunda, separada de la anterior dejando un espacio hueco de 8 á 10 centímetros, es también de ladrillo y de $0^m,11$. Se evitan así las variaciones bruscas de temperatura en el interior, por la interposición de la capa de aire entre las dos paredes. Este sistema aumenta el coste, pero mejora mucho las condiciones de comodidad del edificio.

Esta casa, representada en las figuras 360 y 361, costó 50.000 francos: 18.000 la fábrica y la fumistería, 10.000 la carpintería de armar, 9.300 la carpintería interior y los herrajes, 6.000 la techumbre y los accesorios de plomo, 4.500 la pintura, etc.

Herrajes en los entramados de madera.—Se emplean en los entramados de madera ciertos herrajes, de los más sencillos generalmente.

Se usan en primer lugar las barras de hierro con talones ó vueltas á escuadra, constituyendo una especie de grapa que se fija con clavos á la madera. Las piezas no se pueden separar gracias á los talones (fig. 362).

Los *tirantes de amarra* se emplean para enlazar un entramado de madera á un muro; son en realidad cadenas, como las descritas al estudiar los pisos (véanse las figs. 117 á 122).

La *barra acodillada* (fig. 363) es una escuadra que sirve para ligar en la esquina dos entramados que forman ángulo recto; se emplean generalmente en este caso barras de sección rectangular, de 40 ó 50 milímetros de ancho por 7 ó 9 de espesor.

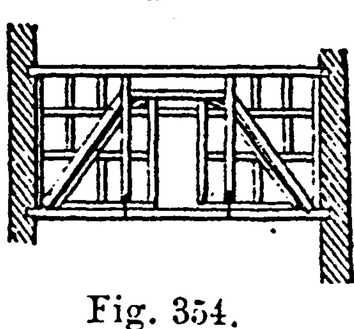


Fig. 354.

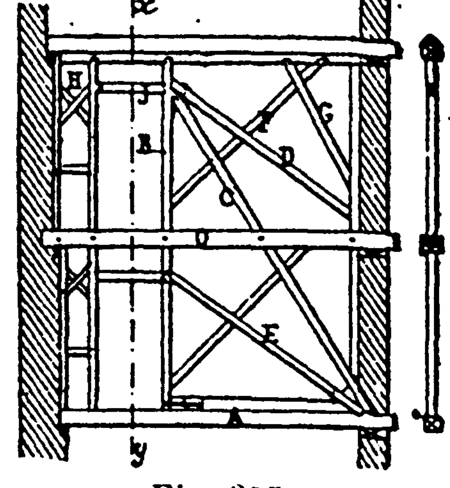


Fig. 355.

Forjado ó relleno de los entramados de madera.— Cuando se ha terminado el armazón ó esqueleto de madera se procede al *relleno* ó *forjado*.

Para ello se pueden clavar en uno de los paramentos del entramado listones de madera con una separación de $0^m,06$ á $0^m,11$; se rellenan luego los intervalos entre las piezas con mampuestos pequeños, con ladrillos de desecho, con barro ó mejor con *cascote* ó *yesones* tomados con yeso, y se clavan listones en el segundo paramento lo mismo que en el primero. Para forjar un metro cuadrado de entramado de $0^m,18$ de espesor se necesita $0^{m3},08$ de yesones y $0^{m3},02$ de yeso en polvo. Los tabiques ligeros se forjan sólo con yeso.

Un metro cuadrado de tabique requiere para el relleno 35 la-

drillos ordinarios y 0^{m3},025 de mortero; para revestir los entramados de ladrillo se necesitan 75 ladrillos y 0^{m3},025 de mortero por metro cuadrado de entramado.

Se aplica después el revoque y el enlucido. El revoque se compone de dos capas; después de quitar el polvo y regar los materiales del relleno, se aplica sobre el enlistonado la primera capa, que es de yeso líquido, con la mano ó con una escoba. Cuando se ha secado la primera capa se aplica la segunda, que es de pasta de yeso más firme; se arroja con la mano contra el paramento y se extiende con el borde de la llana. Esta segunda capa es de yeso en polvo, y el enlucido es la última capa, en la cual se emplea polvo más fino, tamizado con el cedazo de crin (véase el tomo VIII).

Se fijan verticalmente sobre la primera capa del revoque dos reglas ó maestras de modo que determinen el plano del paramento, y apoyando en ellas otra regla se consigue que la superficie del enlucido coincida con el plano indicado. El enlucido se extiende con la cara posterior de la llana ó con la *talocha*; se pica la superficie del revoque con la llana de borde dentado para facilitar la adherencia del enlucido; se pueden simular juntas, aplicar molduras, etc.

Se construyen tabiques huecos, suprimiendo el relleno contra las piezas de madera (como en los entramados colgados); en este caso los listones se ponen en contacto, y se aplican sobre ellos sucesivamente las dos capas del revoque y el enlucido.

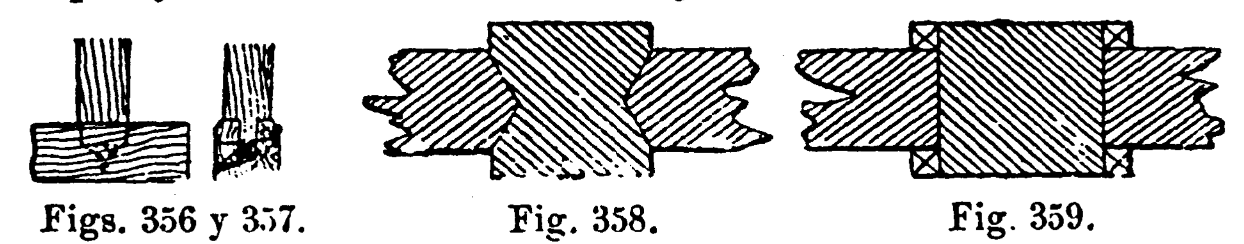
Si se quiere ejecutar más sencillamente el relleno se clavan trozos de clavos en las caras de las piezas del entramado para facilitar la adherencia de la fábrica [1], y luego se rellenan los espacios comprendidos entre las piezas con fragmentos de piedra, ladrillos, cascotes ó yesones cogidos con mortero ó yeso.

[1] En España, para conseguir este objeto, se rodean las piezas de madera de *tomiza*, que es una cuerda fabricada con esparto, á la cual adhiere muy bien el yeso. (*N. del T.*)

El forjado de yesones trabados con yeso es el menos costoso, y es aplicable principalmente á las fachadas de los patios y á los muros y tabiques interiores.

Cuando las principales piezas de madera han de quedar aparentes deben llevar nervios, como lo indica la figura 364, dando al relleno un espesor tal que, contando con el espesor del revoque y el del enlucido, el paramento llegue hasta el punto *a*.

Para forjar los entramados con ladrillo se adopta generalmente como espesor medio ladrillo (0m,06 ó 0m,11); es decir, que se aparejan los ladrillos á *asta* ó *soga*.



Figs. 356 y 357. Fig. 358. Fig. 359.

En el paramento aparecen, por consiguiente, todos los ladrillos á soga para cruzar las juntas, con el objeto de ligar mejor los materiales; en los extremos de las hiladas se cortan por la mitad los últimos ladrillos cada dos hiladas (fig. 365).

Tabiques de madera.—Los tabiques de madera son separaciones más ligeras que los entramados. Se emplean principalmente:

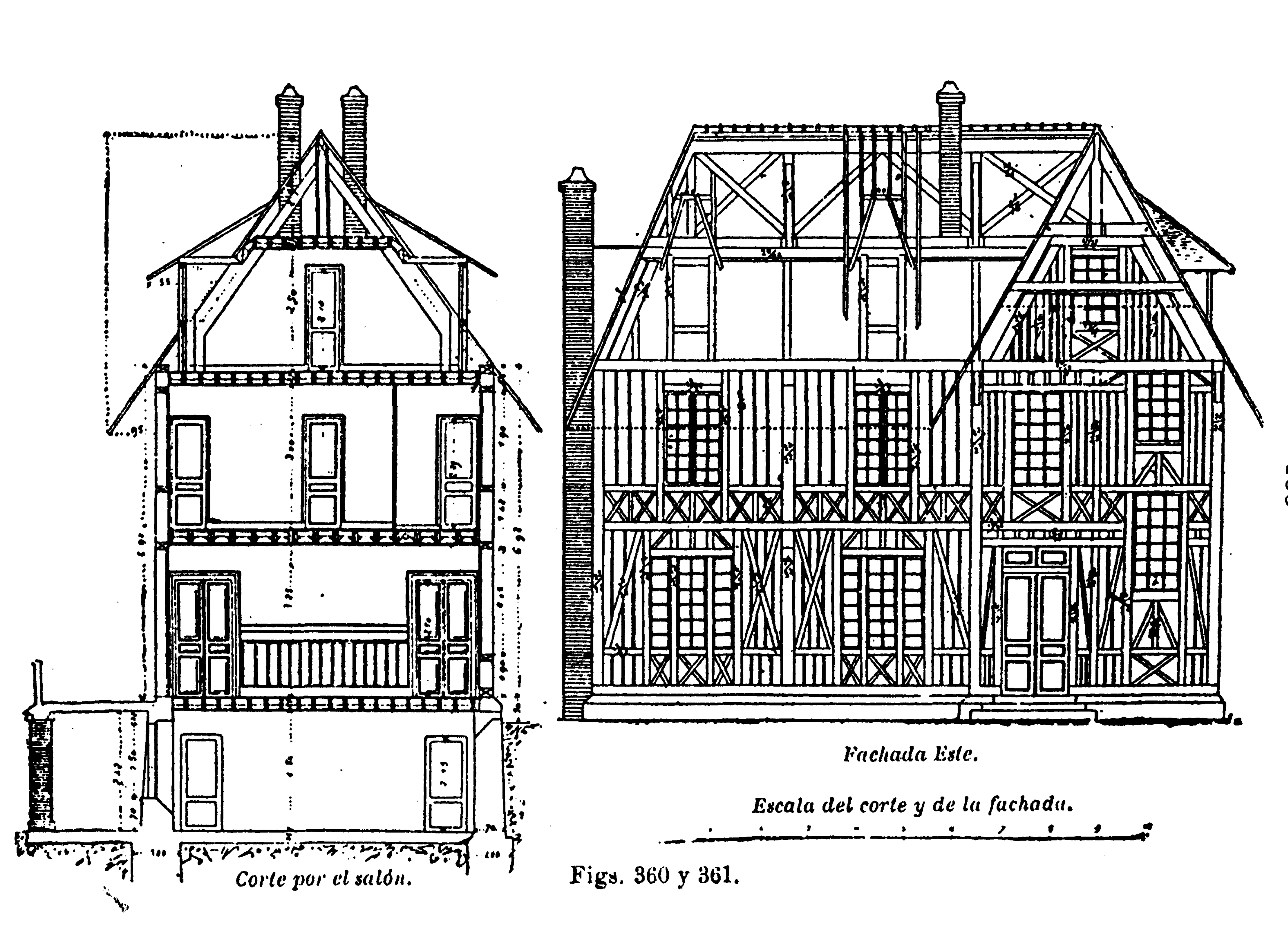
1.° Los tabiques ligeros de entramado con listones de roble, rellenos y enlucidos con yeso por ambos paramentos.

2.° Los de tablas en contacto con enlistonado, con revoque y enlucido de yeso ó de cal por los dos lados.

3.° Los tabiques de ladrillos de yeso macizos ó huecos.

4.° Los de ladrillos á panderete, de 0m,055 de espesor, y los de citara de media asta, de 0m,11 de espesor, unos y otros con enlucido de yeso.

Un albañil con un auxiliar necesita dos horas para ejecutar un metro cuadrado de tabique ligero; se emplean 9 listones, 5 decagramos de clavos (alfileres) y 0m,067 de yeso.



Corte por el salón.

Fachada Este.

Escala del corte y de la fachada.

Figs. 360 y 361.

Los ladrillos de yeso para tabiques (véase el tomo II) tienen una ranura semicircular en todo el contorno del canto; se llenan de yeso estas ranuras al colocarlos, y se constituyen así tabiques como formados de una sola pieza. Los ladrillos huecos aligeran los tabiques é interceptan la transmisión del sonido.

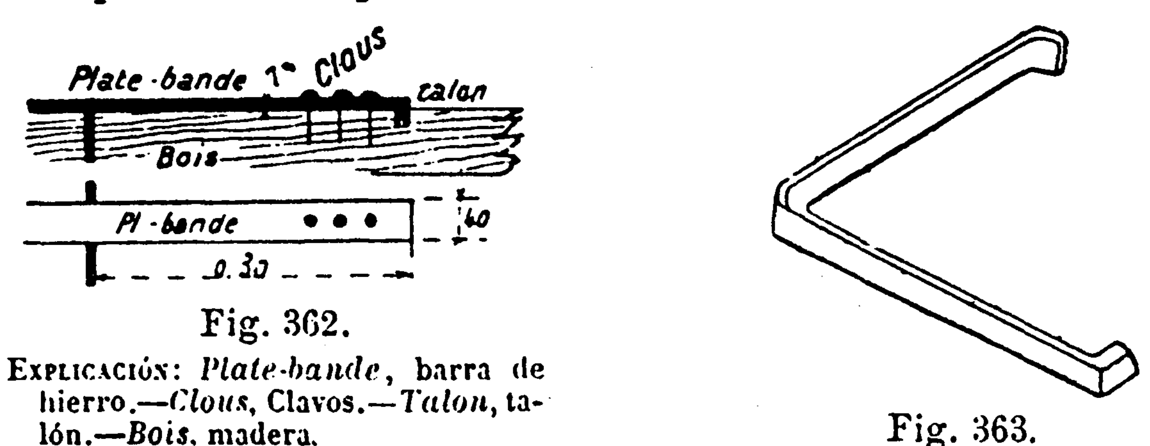


Fig. 362.

Explicación: *Plate-bande*, barra de hierro.—*Clous*, Clavos.—*Talon*, talón.—*Bois*, madera.

Fig. 363.

Los tabiques de distribución interior se componen de un entramado que comprende una carrera fijada al techo y una solera unida al suelo; se emplean en medio riostras horizontales, postes de refuerzo y pies derechos para jambas de puertas; son de sección cuadrada de 0^m,08, de roble, escuadrados y cepillados, presentando un rebajo ó telar en el lado de la puerta y dos nervios al lado opuesto para recibir el extremo del listón.

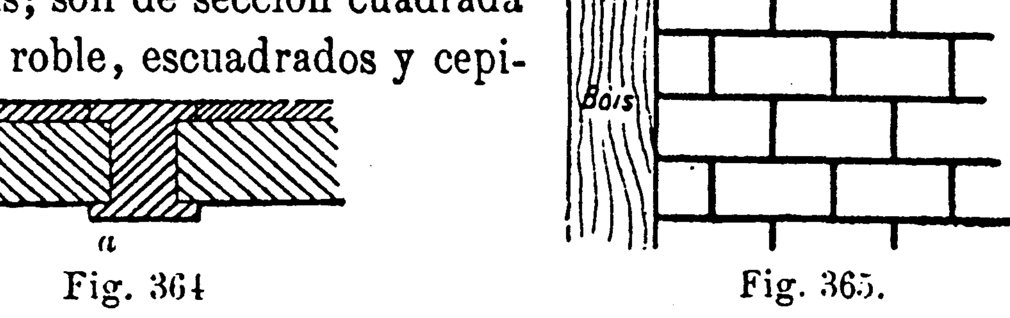


Fig. 364

Fig. 365.

Cuando la habitación es grande se emplean dos filas de riostras horizontales; se hacen de pino cubierto de tela, á la cual se pega papel.

Un tabique ligero de *ladrillos de yeso* de 0^m,08 de espesor, enlucidos por ambos paramentos y con enlistonado continuo, vale 4 francos por metro superficial.

Un *tabique ligero* se reduce á veces á un entramado de madera de poco espesor, con enlistonado en las dos caras, forjado, con ye-

sones cogidos con yeso y enlucidos los dos paramentos. Frecuentemente se forman los tabiques ligeros con ladrillos de yeso enlucidos en los dos paramentos y consolidados con postes de madera de $0^m,09 \times 0^m,08$, cepillados en las caras de paramento y con nervios en las demás para facilitar la adherencia del yeso. Estos postes distan á lo sumo $1^m,50$ (fig. 366).

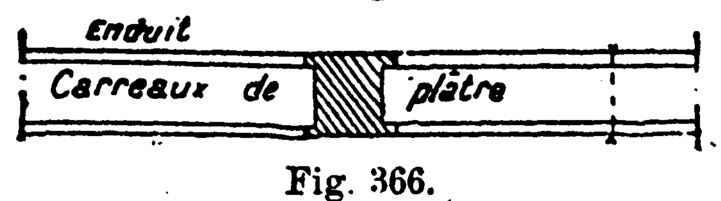


Fig. 366.

Explicación: *Enduit*, enlucido.—*Carreaux de plâtre*, ladrillos de yeso.

En los tabiques interiores, los postes de las jambas de puertas tienen á menudo $0^m,15$ á $0^m,16$ de escuadría y los de relleno $0^m,10$ á $0^m,12$.

Precio de los entramados en Madrid.

Entramados verticales con tres órdenes de puentes.

De pie y cuarto con puentes cachadas; metro cuadrado	10,83 ptas.
De íd. íd. con carreras cachadas de media vara; íd.	10,48
De tercia; íd.	8,41
De íd. con carreras cachadas de pie y cuarto; íd.	8,02
De sesma ó vigueta; íd..	5,10
De íd. con carreras de tercia cachadas; íd..	5,10

Entramados verticales con dos órdenes de puentes.

De pie y cuarto, de 3,83 × 1,39; metro cuadrado.	9,83 ptas.
De íd. íd.; íd	9,48
De tercia, de 4,30 × 1,39; íd..	7,41
De íd. íd.; íd.	7,02
De sesma ó de vigueta, de 4,30 × 1,39; íd..	4,05
De maderos de á 6, de 3,35 × 1,39, íd.	2,97
De medios maderos, de íd.; íd.	2,56
De maderos de á 8, de 3,20 × 1,39; íd	2,42
De tabiques de á medio pie, colgados, de 4 × 1,39; íd.	2,00
De íd. íd., de 4,40 × 1,39; íd..	1,91
De tabique sencillo, de 4,00 × 1,39; íd..	0,99

Alcobas.—Las alcobas, que van pasando de moda y no son sanas, deben tener por lo menos $0^m,98$ por $2^m,10$ para poder contener una cama; éstas son las llamadas de nicho. A la derecha ó á la izquierda se construye á menudo una cámara pequeña, separada de la alcoba y del cuarto por un tabique de tablas unidas á ranura y lengüeta. Se abre á veces una puerta de comunicación entre el gabinete y la alcoba; si falta espacio, esta puerta es de corredera. Se puede hacer disimulada, cubriéndola con el mismo papel ó pintura de la alcoba.

Si se construyen *armarios* disimulados en las paredes, su armazón se hace de pino de $0^m,027$ de espesor, y los paneles de relleno se enrasan en el plano del paramento de la habitación para aplicarles la tela y el papel pintado. Estos armarios se abren sobre el friso de madera cuando existe, y si es de gran altura entre la cornisa y el zócalo del friso [1].

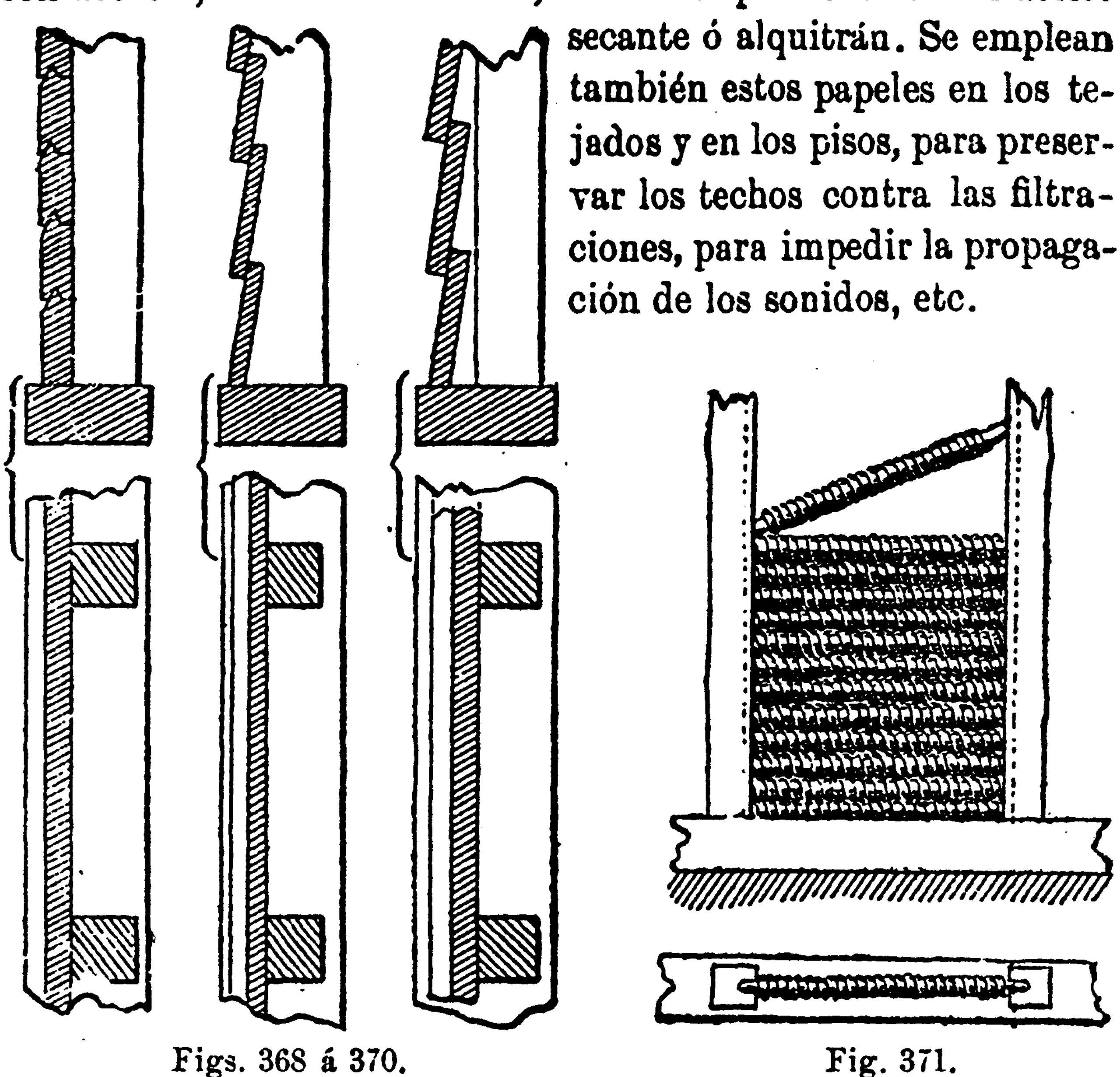
Muros de madera con doble revestimiento.—Los muros de las casas americanas de madera tienen dos revestimientos, uno al exterior y otro al interior del esqueleto ó armazón. Las piezas de la armazón son de sección rectangular. El revestimiento exterior consta de dos capas, una de tablas sencillas y otra de tablones machihembrados. Las juntas son horizontales; se evita que se correspondan en las dos capas. El revestimiento interior es un enlistonado no continuo clavado á las piezas verticales del entramado; á este enlistonado se aplica una capa gruesa de mortero, que penetra en los intervalos de los listones y forma el paramento interior del muro. Las piezas de la armazón tienen un espesor de $0^m,10$ á $0^m,15$; éste es, por lo tanto, el espesor de la capa de aire comprendida entre los dos revestimientos. El interior de la casa se halla así protegido contra el calor ó el frío del exterior mejor que por un muro de fábrica.

Exterior. Interior.

Fig. 367.

[1] Véase el tomo V, *Carpintería de taller*.

Para ello es menester que la capa de aire aisladora se renueve lo menos posible; se consigue esto interponiendo una capa de papel *aa* (fig. 367) entre los dos entablonados del revestimiento exterior. Los papeles que se emplean con este objeto son fabricados con asbesto, amianto ó cáñamo, hechos impermeables con aceite secante ó alquitrán. Se emplean también estos papeles en los tejados y en los pisos, para preservar los techos contra las filtraciones, para impedir la propagación de los sonidos, etc.



Figs. 368 á 370. Fig. 371.

Paredes de madera.—Para cercar construcciones provisionales, almacenes, talleres, etc., se pueden emplear revestimientos continuos de tablas clavadas á los montantes. Las figuras 368 á 370 muestran varias disposiciones.

La figura 371 representa otro sistema de cierre no calado, muy sencillo y suficiente en ciertos casos; la figura da idea clara de la disposición de los ensamblajes y demás detalles.